Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. v. FICKER
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE · A. KÜHN
· M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL · H. REIN (†)

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

40. JAHRGANG **HEFT 12 (ZWEITES JUNIHEFT)** **1953**

INHALT:

AUFSÄTZE. Seite

Makromolekulare Voraussetzungen des biologischen Wachstums. Von F. PATAT 325
Der Einfluß ungünstiger äußerer Bedingungen während der ersten Entwicklungsphasen auf die Ausgestaltung der Larven von Triton alpestris. Von O. MANGOLD und H. WAECHTER 328
Über das „Schlußlicht" am Abdomenende von Libellen. Von E. SCHMIDT 335

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Atmosphärische Staubtrübung und Dämmerungs-Anomalie. Von C. HOFFMEISTER 335
Nachweis des achtzigjährigen Sonnenfleckenzyklus in alten Nordlichtbeobachtungen. Von W. GLEISSBERG 336
Freie Grenzflächenenergie und Spannungsauslösung an spröden Körpern. Von R. RAMSAUER 336
Elektrostatische Zerstäubung von Flüssigkeiten. Von H. STRAUBEL 337
Über den Einfangquerschnitt des Kohlenstoffisotops 13 für thermische Neutronen und eine Methode der Stickstoffbestimmung durch Aktivierung. Von E. BRODA und G. ROHRINGER 337
Über die Wellenlängenabhängigkeit der Leitfähigkeit von Cadmiumsulfid-Kristallen bei Bestrahlung mit Röntgenstrahlen und γ-Strahlen. Von G. FROHNMEYER, R. GLOCKER und D. MESSNER 338
Eigenschaften einer neuen Kernspuremulsion der Agfa K2-Platte. Von K. LANIUS 338
Über die morphologische Struktur bei festen Körpern mit Fadenmolekülen. Von H. A. STUART, U. VEIEL und M. HARTMANN-FAHNENBROCK 339
Über die angebliche cis-trans-Isomerie beim Eisen(II)-Komplex der Chinaldinsäure. Von H.-J. BIELIG und E. BAYER 340
Über monoquartäre Ammoniumsalze der Methylendiamin-Reihe. Von H. BÖHME und N. KREUTZKAMP 340
Notiz über die Darstellung von 2.4-Dimethoxy-2'.4'-diäthoxybenzophenon. Von H. BAGANZ und I. PAPROTH 341
Sind Cholinesterasen Sulfhydrylfermente? Von F. MARKWARDT 341
Raupin, ein neues Alkaloid aus Rauwolfia serpentina. Von K. BODENDORF und H. EDER und von J. D. ACHELIS und G. KRONEBERG 342
Über die Alkaloide der Papaveracee Sanguinaria canadensis. Von G. SCHENCK und H. HANNSE 342
Über den kristallographischen und papierchromatographischen Nachweis flüchtiger biogener Amine. Von W. DIHLMANN . . 342
Separation of simple saccharides and oligosaccharides by Circular Paper Chromatography. Von K. V. GIRI and V. N. NIGAM 343
Darstellung von Konzentraten des „Tribolium-Imago-Faktors" (TIF) und seine vermutliche chemische Natur. Von G. FRÖBRICH 344
Peroxydbestimmungen an Larven von *Chironomus thummi* in Aerobiose und Anaerobiose. Von O. HARNISCH 345
Untersuchungen über antibakterielle Wirkungen im Bodenwasser der Fichtenstreu. Von A. G. WINTER und W. BUBLITZ 345
Über Gewebeschäden bei Pediculus vestimenti N. nach Einwirkung chlorierter Kohlenwasserstoffe (DDT, HCC, Matacid). Von H. LÜDTKE und H. HOPP 346
Weitere Untersuchungen über die Schutzwirkung des Natrium-Thioglykolats gegen Strahlenschäden. Von K. ERDMANN und I. MEYER 347
Über einen Tagesgang der TAKATA-Reaktion und seine klinische Bedeutung. Von V. BLOCH 347
Über die Koppelung von Saugen und Greifreflex beim Säugling. Von H. F. R. PRECHTL 347

BESPRECHUNGEN.

P. DORN, Geologie von Mitteleuropa. (Ref.: E. BEDERKE) . . 348
M. MARQUARDT, Paul Ehrlich. (Ref.: H. SCHLOSSBERGER) . . 348

Berichtigung 348

Soeben erschien:

Einführung in die Physik

Von **R. W. Pohl,** Dr. phil., Dr.-Ing. e. h., Dr. phys. e. h., em. Professor der Physik an der Universität Göttingen.

Erster Band: **Mechanik, Akustik und Wärmelehre.** Zwölfte, verbesserte und ergänzte Auflage. Mit 575 Abbildungen, darunter 15 entlehnten. VIII, 345 Seiten. 1953. Ganzleinen DM 23.80

Inhaltsübersicht: **A. Mechanik:** Einführung, Längen- und Zeitmessung. Darstellung von Bewegungen, Kinematik. Grundlagen der Dynamik. Anwendungen der Grundgleichung. Hilfsbegriffe, Arbeit, Energie, Impuls. Drehbewegungen fester Körper. Beschleunigte Bezugssysteme. Einige Eigenschaften fester Körper. Über ruhende Flüssigkeiten und Gase. Bewegungen in Flüssigkeiten und Gasen. — **B. Akustik:** Schwingungslehre. Wellen und Strahlung. — **C. Wärmelehre:** Grundbegriffe. I. Hauptsatz und Zustandsgleichungen idealer Gase. Reale Gase und Dämpfe. Wärme als untergeordnete Bewegung. Transportvorgänge, insbesondere Diffusion und Wärmeleitung. Die Zustandsgröße Entropie. Umwandlung von Wärme in Arbeit. II. Hauptsatz. — **Tafeln:** Periodisches System der Elemente. Längeneinheiten, Krafteinheiten, Druckeinheiten, Energieeinheiten. Molare Größen. Wichtige Konstanten. — **Sachverzeichnis.**

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau". Begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, (seit 1948) Organ der Max-Planck-Gesellschaft.

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20 %. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 249251) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:
Lange, Maxwell & Springer Ltd., 242 Marylebone Road, London N. W. 1

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 3371.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebenso gut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Grundversuche der Physik in historischer Darstellung

Von Professor Dr. **Carl Ramsauer**, Berlin. In zwei Bänden.

Erster Band: **Von den Fallgesetzen bis zu den elektrischen Wellen.** Mit 129 Abbildungen. VIII, 189 Seiten. 1953. Ganzleinen DM 19.80

Inhaltsverzeichnis: Die Fallgesetze (Galilei). — Das Gravitationsgesetz (Brahe, Kepler, Newton). — Druck und Gewicht der Luft (Torricelli, Guericke). — Mittlere Erddichte (Gravitationskonstante) (Cavendish). — Der Foucaultsche Pendelversuch (Foucault). — Die Gasgesetze (Boyle, Mariotte, Gay-Lussac, Rudberg, Regnault). — Wärme und Arbeit (Rumford, R. Mayer, Joule). — Die kritische Temperatur (Andrews). — Die experimentellen Beweise der kinetischen Gastheorie (Brown, O. E. Meyer, Maxwell, Stern). — Die Lichtgeschwindigkeit (Römer, Fizeau, Foucault). — Die Zerlegung des weißen Lichtes (Newton). — Die Interferenz des Lichtes (Fresnel). — Die Polarisation des Lichtes (Malus). — Das Kirchhoffsche Strahlungsgesetz; die Spektralanalyse (Fraunhofer, Kirchhoff, Bunsen). — Der Lichtdruck (Lebedew). — Das Coulombsche Gesetz (Coulomb). — Die Voltasche Säule (Volta). — Die magnetische Wirkung des elektrischen Stromes (Oersted, Ampère). — Das Ohmsche Gesetz (Ohm). — Das Joulesche Gesetz (Joule). — Die Gesetze der Elektrolyse (Faraday, Hittorf, Kohlrausch, Van't Hoff). — Induktion und Selbstinduktion (Faraday). — Das absolute Maßsystem (Gauss, Weber). — Die magnetische Wirkung bewegter Ladungen (Rowland). — Der Diamagnetismus (Faraday). — Die elektrischen Schwingungen (Feddersen). — Die elektrischen Wellen (Hertz). — Quellennachweise zu den einzelnen Artikeln. — Literatur zur Geschichte der Physik. — Zeitliche Übersicht der Entdecker und Entdeckungen. — Alte Maße und Gewichte. — Namenverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Jahrgang 40 Heft 12 (Zweites Juniheft) 1953

Makromolekulare Voraussetzungen des biologischen Wachstums.

Von F. PATAT, Hannover.

Jedes biologische Wachstum, und sei es noch so einfach oder komplex, enthält die Kernfrage:

Wie geschieht die Aufrechterhaltung der Ordnung und wie die dauernde Erzeugung von Ordnung, die nach unserer thermodynamisch-statistischen Betrachtungsweise, mit deren Hilfe wir das bekannte chemische Reaktionsgeschehen beschreiben und verstehen, beliebig unwahrscheinlich sind. Steckt bereits in den Ordnungsprinzipien des makromolekularen Stoffwechsels ein unbekanntes biologisches Naturgesetz, wie z.B. SCHRÖDINGER folgern zu müssen glaubt[1]), oder ist unsere experimentelle Erfahrung nur so knapp, daß wir da und dort Wunder ahnen?

Zu dieser Fragestellung möchte ich einige Bemerkungen machen:

Zunächst eine triviale über die Gültigkeit der Statistik und der Thermodynamik.

Thermodynamische und statistische Überlegungen gelten nur für eine Vielzahl von Teilchen und beschreiben deren wahrscheinliches Verhalten. Da aber die gestellte Kernfage einen beliebig unwahrscheinlichen Zustand betrifft, sind sie als Betrachtungsweise von vorneherein *nicht zuständig*. Genau so wenig wie man beispielsweise mit Hilfe der Thermodynamik diskrete Linien und Bandenspektren von Atomen oder Molekeln darstellen kann, kann man damit den Ordnungszuständen biologischer Systeme auf die Spur kommen. Aus dem gleichen Grund sind auch statistische Berechnungen über Kombinationsmöglichkeiten der 25 Aminosäuren, die in dieser oder jener Form die Einmaligkeit des biologischen Geschehens besonders beleuchten sollen, eindrucksvolle Spielereien, darauf fußende Überlegungen typische naturwissenschaftliche Scheinprobleme.

Der Vergleich der Ordnungszustände von Eiweißmolekeln wie Genen und Viren — um nur unbelebte Organismen-ähnliche, biologische Elementareinheiten in Betracht zu ziehen — mit Atomen hingegen führt weiter. Hier bestehen wesentliche Zusammenhänge. Wenn wir uns die hohe Symmetrie innerhalb eines Atoms mit seinen zahlreichen Elektronen, wenn wir uns seine praktisch unbeschränkte Lebensdauer, die Präzision seiner „Lebensäußerungen" bei Anregung vor Augen führen, erscheinen uns die biologischen Ordnungszustände nicht mehr so prinzipiell neu und verschieden von allem bisherigen, sondern als höhere Organisationsform der extrem geordneten Atome und Molekeln.

Wir wollen aber mit dieser Parallele nicht über die vielen Einzelheiten und Rätsel hinwegsehen, die uns die Detailbetrachtung der eingangs gestellten Frage aufwirft.

Wenn wir nach dem „Wie" der Aufrechterhaltung und Erzeugung der Ordnung im biologischen Geschehen oder kurz nach dem „Wie des biologischen Wachstums" fragen, müssen wir zunächst die Frage nach den energetischen Verhältnissen der Makromolekeln beantworten. Daraus ergibt sich auch der Hauptgrund dafür, wieso wir im biologischen Geschehen in erster Linie und in offenbar entscheidender Funktion Makromolekeln antreffen.

Die Frage „Warum sind Makromolekeln im Organismus notwendig?" lautet in energetischer Präzisierung: „Wie kommt es zur überraschenden Beständigkeit von Riesenmolekeln gegenüber äußeren Einflüssen einerseits, wie sie sich beispielsweise in der Erhaltung der Erbeigenschaften von Genen zeigt, und umgekehrt zur Temperaturempfindlichkeit andererseits, die sich z.B. in unserer relativ kleinen Lebensspanne zwischen 36 und 41° dokumentiert?"

Dazu wollen wir uns die keineswegs selbstverständliche Existenzmöglichkeit von Makromolekeln kurz in Erinnerung rufen. Molekeln können thermische Energie oder Wärme in verschiedener Form aufnehmen: als Translations-, Rotations- und Schwingungsenergie. Die klassische Theorie sieht dabei die verschiedenen Energieformen als gleichberechtigt an. Das bedeutet, daß bei gegebener Temperatur die thermische Energie auf die Freiheitsgrade dieser drei Energieformen gleichmäßig verteilt ist. Nun sind bei großen Molekeln die Schwingungsfreiheitsgrade so zahlreich (zwei pro Bindung), daß sie praktisch allein den Energieinhalt ausmachen und bei bis zu einer Million Bindungen schon wenige Grade absoluter Temperatur genügen würden, um eine solche Molekel zum Zerplatzen zu bringen.

Da der sich dabei abspielende Vorgang entscheidend für die folgenden Betrachtungen ist, soll er näher verfolgt werden. Die Bindungsfestigkeit der einzelnen Molekelglieder einer Makromolekel, sei sie natürlicher oder künstlicher Herkunft, liegt zwischen 50000 und 100000 cal/Mol. Da je Grad und Bindung 2×1 cal gespeichert werden können, würde man also die Molekel auf einige Zehntausende Grade erhitzen können, bis Zerplatzen eintritt, wenn die einzelnen Bindungen unbeeinflußt voneinander bestünden. Das ist aber in keiner Weise der Fall. Im Gegenteil: die Kopplung zwischen den einzelnen Bindungen ist so fest, daß jede in eine Bindung hineingesteckte Energie sich auch in jeder anderen Bindung finden kann. Es genügt dazu, nur an das Resonanzpendel zu erinnern, das als mechanisches Modell dieses Fluktuieren der Energie einprägsam illustriert. Dabei erfolgt eine Energieschwebung um so präziser und rascher, je genauer die Pendelschwingungen übereinstimmen und je intensiver die Kopplung ist. Auf Molekeln übertragen, heißt das, je genauer die Molekelschwingungen und damit die Molekelteile übereinstimmen und je fester diese Molekelteile aneinanderhaften, im Optimum also bei Hauptvalenzbindung.

Wenn daher pro Bindung 2 cal/Grad aufgenommen werden und rund eine Million Bindungen vorhanden sind, so ergibt sich bei Akkumulation auf eine Bindung schon bei einer Temperatursteigerung auf 1° absolut

[1]) SCHRÖDINGER, E.: What is life, Abschnitt 61ff. Cambridge: University Press 1944.

ein 20mal höherer Wert, als die Bindungsfestigkeit der Molekel ausmacht. Daran ändert sich im Prinzip nichts, wenn der Kopplungsfaktor nicht 1 wie bei idealer Resonanz, sondern etwa $^1/_{10}$ bis $^1/_{100}$ ist. Es bedarf dann einiger Grade, um die kritische Energieschwelle zu überschreiten.

Wir wissen, daß diese Schwierigkeit durch die PLANCKsche Quantentheorie beseitigt wird, wonach die Energie nicht in beliebig kleinen Beträgen, sondern nur in Energiepaketen der Größe

$$E = h\nu \quad (h = \text{Wirkungsquantum}, \ \nu = \text{Frequenz}),$$

den sog. Quanten, übertragen werden kann. Die Größe der Schwingungsquanten ist eine solche, daß die Normal-(Zimmer-)Temperatur gerade zur Aufbringung einiger weniger Quanten reicht, oder anders ausgedrückt, daß die Schwingungsenergie, die eine Molekel bei Zimmertemperatur enthält, nur wenig verschieden von der beim absoluten Nullpunkt ist.

Diese Betrachtung der Schwingungsverhältnisse der Makromolekeln lassen unmittelbar ihre hohe Temperaturempfindlichkeit verstehen. Die Bindungsfestigkeit von Molekelbindungen ist 50000 bis 100000 cal. Nimmt man die Energiequanten der Schwingung mit 5000 cal pro Mol an, so genügt die Anregung von 10 bis 20 Schwingungen bei einer Molekel von rund einer Million Schwingungsmöglichkeiten, um bei der Kumulation der Energie auf eine Bindung den Zerfall herbeizuführen. Nun wird der Kopplungsfaktor nicht 1 sein, sondern ein Bruchteil davon. Die Abschätzung zeigt aber jedenfalls, daß, sobald eine so große Molekel beginnt, Schwingungsenergie aufzunehmen, was bei Zimmertemperatur der Fall ist, auch bald ihre Existenzgrenze erreicht ist. Das ist der Grund der Temperaturempfindlichkeit der höchsten Molekularbausteine des biologischen Geschehens, beispielsweise aller Viren.

Wir sehen daraus auch anschaulich, wie kritisch allein die Temperatur bei allen chemischen Umsetzungen dieser Körper eingeht.

Hier drängt sich unmittelbar die Frage auf, warum das organische Leben bei so kritischer Temperatur abläuft und nicht, sagen wir, um 50° tiefer. Oder die Gegenfrage: Wenn das organische Leben, in dieser Blickrichtung gesehen, sozusagen auf einem Pulverfaß abläuft, muß es auf der anderen Seite Äquivalente für dieses Risiko geben. Der wichtigste Grund dafür ist offensichtlich der, eine Makromolekel in sich mit der nötigen Energie zu versehen, damit sie innerhalb ihres Verbandes oder auch außerhalb Reaktionen einleiten bzw. Energie für Reaktionen beisteuern kann, ohne daß andere Energie beansprucht wird als die, die die Makromolekel schon in sich trägt. Wenn sich beispielsweise ein Virus vermehrt, indem er Eiweißmolekeln der Wirtszelle entsprechend seiner Bauschablone umformt, so wird dazu Energie benötigt, die, wie geschildert, automatisch dem Virus selbst zur Verfügung steht. Dabei soll vorerst nicht erörtert werden, auf Grund welcher noch unbekannten Vorgänge die Energie einmal hier, einmal dort kumuliert und für eine Reaktion eingesetzt wird, d.h. also, wie das Wachstum erfolgt. Uns genüge vorerst die Tatsache, daß die Molekel bei so hohen Temperaturen „lebt", daß Energieanhäufungen, wie sie üblicherweise für Reaktionen nötig sind, innerhalb des Molekelverbandes aufgebracht werden können.

Dieses „Auf-sich-selbst-gestellt-Sein" ist aber auch der Grund der erstaunlichen Permanenz von Makromolekeln. Die Makromolekel ist durch ihre Größe ein ausgezeichneter Puffer gegen Störungen jeglicher Art von außen. Wird irgend eine Stelle durch äußere Einwirkung, durch Stöße oder Strahlung kräftig in Mitleidenschaft gezogen, so verteilt sich diese Energie durch Kopplung der Schwingungen sehr rasch über die ganze Molekel und wird von der Gesamtmolekel an die Umgebung abgegeben, bevor es zu weiteren gefährlichen Energieanhäufungen kommt. Auf diese Weise können Störungen von außen, die an die Zerfallsenergie von 50000 bis 100000 cal herankommen, ohne weitere Schädigung überstanden werden, Energiebeträge, die für das normale chemische Geschehen zwischen kleinen Molekeln schon eine recht beachtliche Höhe darstellen und in praktisch allen Fällen Abreaktion bedeuten.

Dazu kommt, daß es sich bei allen biologischen Systemen um eine Vielzahl von Makromolekeln handelt, die untereinander zum Teil verblüffende Gleichmäßigkeit aufweisen — sie sind ja meist eines aus dem anderen gewachsen —, so daß die diskutierte Kopplung der Energie, sei es zu ihrer Kumulation (Anhäufung) in einer Molekelbindung oder Dissipation (Zerstreuung) aufs Molekelganze noch vielfach verstärkt wird.

Man sieht bereits aus diesen grobmechanischen und stark schematisierten Modellbetrachtungen, daß die reiche Klaviatur des Biologischen nur mit Hilfe von Makromolekeln beherrscht werden kann. Nur sie stellen Systeme dar, die hinreichend energiereich und dabei gegen unvorhergesehene Einflüsse überraschend beständig sind oder, wenn man so sagen darf, bei optimaler Stabilität höchste „Lebendigkeit" besitzen. Kleinere Molekeln, wie sie der Chemiker normalerweise in größter Zahl kennt, würden diese für jedes Leben charakteristischen Eigenschaften nie erfüllen können. Bei Normaltemperatur würden sie ein viel zu träges Organ darstellen, da jede Kumulation von Schwingungsenergie in dem geschilderten Ausmaße wegfällt. Würde aber die Temperatur entsprechend erhöht, so wären sie wieder ein viel zu empfindliches Organ, da in diesem Falle die Stabilitätsbedingung nicht mehr gegeben wäre. Durch Fehlen der Zerstreuungsmöglichkeit der Energie führte jede äußere Einwirkung zur Katastrophe.

Die hier gegebene *energetische* Antwort auf die Frage „Wozu sind Makromolekeln im Organismus notwendig?" ist sicher nicht die einzig mögliche[1]). Sie scheint mir aber zwingender als die üblichen, die Gestalt und Form, Membran-, Ab- und Adsorptions-, Katalysatorwirkung als die Gründe sehen. Ohne Zweifel erfüllen Makromolekeln alle diese Bedingungen, die aber auch von kristallisierten oder plastischen Niedrigmolekularen, freilich nicht in so allgemeiner und einfacher Weise erfüllt werden könnten.

Noch zwingender tritt die energetische Seite des Problems in den Vordergrund, wenn wir nach dem „Wie des Wachstums" fragen.

Sieht man diesbezüglich die Literatur durch, so findet man immer wieder die Frage nach der Art der

[1]) Siehe beispielsweise SCHULZ, G. V.: Naturwiss. 37, 223 (1950).

Kräfte, die bei natürlichen Wachstumsreaktionen maßgebend sind, diskutiert[1]). Dabei besteht bis jetzt kein Anhaltspunkt dafür, daß diese Kräfte andere sind als die der unbelebten Natur. Darüber hinaus zeigt das Experiment, daß wir bei unseren künstlichen Wachstumsreaktionen den Polymerisationen und Kondensationen durch geeignete Wahl der Monomeren verschiedene Qualitäten von Kräften zur Wechselwirkung bringen können, ohne daß das rein statistische Wachstum dieser Reaktionen eine Änderung erfährt und ohne daß sich dadurch ein Strukturelement gewinnen ließe. Aber gerade in der präzisiösen Gleichheit natürlicher Makrobausteine der gleichen Art bei mannigfaltiger Verschiedenheit untereinander liegt der Unterschied zwischen dem, was wir synthetisch herstellen können, und dem, was die Natur synthetisiert. Offensichtlich ist doch die hohe Spezifität der Eigenschaften von natürlichen Makromolekeln mit der spezifischen Struktur dieser Molekeln gekoppelt.

Es kann also nicht darauf ankommen, ob quantenmechanische Austauschkräfte oder elektrostatische Dipolkräfte bei den Wachstumsreaktionen überwiegen (im Zweifelsfall dürften alle Arten von Kräften auftreten), sondern durch welche Prinzipien die Auswahl der passenden Molekelgruppen oder der passenden Molekeln im Augenblick des Anwachsens erfolgt. Mit dem Vorgang, durch welchen eine wachsende Makromolekel einen neuen Baustein anlagert, muß die richtige Auswahl dieses Bausteins aus einer statistisch gesehen beliebigen Fülle von vorhandenen gekoppelt sein. Zum anderen muß diese Auswahl auch die Strukturelemente enthalten.

Um über dieses Problem aus unserer Erfahrung etwas sagen zu können, wollen wir unsere Fragestellung darauf beschränken, auf welche Weise die Bildung einer natürlichen Makromolekel nach vorgegebener Schablone, also beispielsweise die Reduplikation eines Virus vor sich gehen kann.

Wenn wir den Primärakt eines so gearteten Anlagerungsschrittes näher betrachten, so wird auch er darin bestehen müssen, daß die Stoßpartner genügend energiereich sind, um überhaupt reagieren zu können, und daß innerhalb der Stoßzeit zumindest die kinetische Energie der Stoßpartner abgeführt wird, damit es zur Verknüpfung und nicht zum Auseinanderplatzen der Stoßpartner kommt. Wenn beispielsweise eine wachsende Proteinmolekel mit verschiedenen Proteinbruchstücken oder Aminosäuren zusammenstoßen wird, muß also die Wahl des passenden Reaktionspartners irgendwie mit der Energieaufbringung und/oder mit der Energieabführung aus dem Stoßkomplex gekoppelt sein.

Normalerweise reagieren ungeordnete Reaktionspartner zu ungeordneten Reaktionsprodukten. Die für diese Reaktion nötige Energie muß größer sein als eine Minimumenergie, die gerade zur Aktivierung ausreicht und daher als Aktivierungsenergie bezeichnet wird. Bei biologischen Wachstumsreaktionen hingegen ist der eine Reaktionspartner, der bereits an der Schablonenmolekel gewachsene Molekelteil und das schließliche Reaktionsprodukt geordnet; der zweite Reaktionspartner, der in die Ordnung eingefügt werden soll, ist ungeordnet.

Diese Gegenüberstellung soll zeigen, daß bei natürlichen Wachstumsreaktionen eine wirksame Selektion gegenüber normalen Reaktionen dadurch zustande kommen kann, daß die Aktivierungsenergie nicht mehr „nur größer sein", sondern eine „bestimmte Größe haben" muß. Nur in diesem Falle erfolgt während der Lebensdauer des Stoßkomplexes die Energieabführung, die für die Einordnung Voraussetzung ist. Die Resonanz der abzuführenden Energie mit Energien, die den Ordnungszustand charakterisieren, hat eine ähnliche Bedeutung für den Ablauf der Wachstumsreaktion wie die Kernabstände von Molekeln für die Übertragung von Schwingungsenergie nach FRANCK und CONDON.

Zusammenfassend: Die Aktivierungsenergie ist ein Energiequant, das in das Symmetriespektrum des geordneten Zustandes hineinpassen muß.

Wir wollen prüfen, wie weit diese Hypothese gestützt werden kann. Daß den Ordnungszuständen von biologischen Makromolekeln ganz bestimmte Energiezustände zuzuordnen sind, daß also so etwas wie ein „Symmetriespektrum" besteht, bedarf keiner weiteren Erläuterung, auch wenn wir diese Spektrenart noch nicht darstellen können. Auch die Möglichkeit eines bestimmten Wertes der Aktivierungsenergie leuchtet in diesem Zusammenhang ein. Schwieriger gestaltet sich die Beantwortung der Frage, wie diese Energie bestimmter Größe aufgebracht werden kann. Soll sie wie üblich aus dem Energieinhalt des ungeordneten Stoßpartners aufgebracht werden, so ergeben sich die zwei Schwierigkeiten:

a) Die Größe der Wahrscheinlichkeit, daß bei einem Zusammenstoß eine bestimmte Energie als Aktivierungsenergie zur Verfügung gestellt wird, hängt von der geforderten Quantenschärfe ab, bleibt aber jedenfalls immer äußerst gering.

b) Das experimentelle Ergebnis, daß sich Viren und andere biologische Elementareinheiten nur auf lebendem Substrat vermehren, bleibt unverständlich.

Als andere Alternative bleibt nur die Aktivierung über das bereits gewachsene Makroteilstück, wobei die Energie über die Schablonenmolekel oder über eine noch größere Einheit zur Verfügung gestellt wird.

Unsere Hypothese sieht also folgenden Mechanismus vor: Aktivierung der biologischen Wachstumsreaktion durch das Gewachsene, Selektion des Wachstumsprozesses durch die gequantelte Aktivierungsenergie. Die ungeordneten Reaktionspartner sind für das Wachstum nur die notwendigen Bausteine, in energetischer Hinsicht bedeuten sie höchstens Störfaktoren.

Die Diskussion über diese Vorstellungen ist offen. Sie haben aber meines Erachtens in zweifacher Hinsicht eine Berechtigung. Sie sind experimentell prüfbar[2]) und sind aus dem bis jetzt vorliegenden Erfahrungsschatz heraus abgeleitet. Sie erfordern keine anderen Quantenbeziehungen als die, die jedes einfache Atom bei seinen „Lebensäußerungen" erfüllt.

Haben wir uns tatsächlich schon so an die diskreten Atomspektren gewöhnt, daß wir ihr Quantenwunder als verständlicher empfinden als das Strukturwunder der biologischen Riesenmolekeln? Reicht die

[1]) FRIEDRICH-FREKSA, H.: Naturwiss. **28**, 376 (1940). — JORDAN, P.: Naturwiss. **29**, 89 (1941). — PAULING, L., u. M. DELBRUECK: Science [Lancaster, Pa.] **98**, 77 (1941).

[2]) Leider auch in Teilfragen nicht an nichtbiologischen Systemen, wie ich früher vermutete und vorschlug, vgl. dazu Vortrag vor der phys.-chem. Gesellschaft in Wien [Österr. Chemiker-Ztg. **48**, 213 (1947)].

Diskontinuität der Quantenzustände tatsächlich nicht auch für die Aufrechterhaltung der Ordnung im biologischen Geschehen, für das Ordnungsphänomen des Lebens aus, wie es dies im atomaren Geschehen tut?

Jedenfalls überblicken wir die Tragfähigkeit der Quantentheorie für das biologische Geschehen noch bei weitem nicht und das bis jetzt vorhandene spärliche experimentelle Material liefert keinerlei zwingenden Hinweis auf neue Naturgesetze. Ebenso wenig beginnt sich heute schon tatsächlich ein „Charakteristisches des Lebens" bei strenger naturwissenschaftlicher Betrachtung abzuzeichnen; es sei denn, daß wir unseren Blick mit auf die Macht richten, die die Atome und uns schuf und daß wir darüber Wesen und Beschränkung naturwissenschaftlicher Denkart außer acht lassen.

Hannover, Technische Hochschule, Institut für Technische Chemie.

Eingegangen am 5. Juni 1952.

Der Einfluß ungünstiger äußerer Bedingungen während der ersten Entwicklungsphasen auf die Ausgestaltung der Larven von Triton alpestris.

Von Otto Mangold und Hildegard Waechter, Heiligenberg (Bodensee).

I. Einleitung und Fragestellung.
II. Material und Methode.
III. Die beeinflußten Entwicklungsvorgänge in der normalen Entwicklung.
IV. Allgemeine Beobachtungen und Ergebnisse.
V. Überblick über die erhaltenen Mißbildungen.
VI. Kausale Analyse der geschilderten Mißbildungen.

I. Einleitung und Fragestellung.

Es ist seit langem bekannt, daß Eier bzw. Keime von Tieren und Pflanzen, welche in den frühen Entwicklungsstadien ungünstigen äußeren Bedingungen ausgesetzt werden, in einem mehr oder weniger großen Prozentsatz Mißbildungen liefern. Das Studium dieser Mißbildungen hat die entwicklungsphysiologische Forschung immer wieder beschäftigt, besonders da auch beim Menschen ähnliche Fehlbildungen beobachtet werden, welche die Natur ohne spezielle Eingriffe nicht allzu selten hervorbringt (s. dazu H. Gloor und H. R. Schinz 1950). In den letzten Jahren sind sie von dem Pathologen Franz Büchner (1948) und seinen Mitarbeitern Maurath und Rehn (1949), Rübsaamen (1948, 1950) und H. G. Rothweiler (1952) unter besonderer Berücksichtigung der Sauerstoffverhältnisse der Umgebung an den Keimen unserer Molche (Triton alpestris und taeniatus) untersucht worden. (Literatur s. bei Mangold 1931 und bei den eben erwähnten Autoren.)

Unberücksichtigt blieben bei allen früheren experimentellen Untersuchungen, soweit uns bekannt ist, die normalgestalteten Individuen, die neben den Mißbildungen in mehr oder weniger großem Prozentsatz auftreten. Da sich die Defekte der Mißbildungen häufig stufenweise ordnen lassen (Fig. 4—6), schien es uns wahrscheinlich, daß auch die normalgestalteten Versuchstiere irgendwie geschädigt worden seien, und daß sich dies in der Größenentwicklung der ganzen Organismen und ihrer Teile auswirken würde. Genaue Messungen an vielen Larven mit variationsstatistischen Sicherungen konnten hier zuverlässige Auskunft geben. Sicher war ein positives Ergebnis freilich nicht, da man in den frühen Entwicklungs- und Larvenstadien, besonders bei Amphibien, mit starken Regulationsvorgängen rechnen muß.

Die sehr günstigen Materialverhältnisse in Heiligenberg veranlaßten uns, an Triton alpestris einige einfache Versuche anzustellen. Sie gaben gleich recht einwandfreie Ergebnisse, über die in zwei Aufsätzen berichtet werden soll, von denen der erste die Mißbildungen, der zweite die Größenverhältnisse der normalen Versuchslarven behandelt.

II. Material und Methode.

Die Keime von Triton alpestris wurden kurz nach der Ablage zu je 200, 300 oder 400, ungefurcht oder im frühen Furchungsstadium, jeweils in einer runden Zuchtschale in 50 cm³ Leitungswasser gezüchtet. Unter diesen Verhältnissen blieben sie etwa 6 bis 7 Tage, bis die am weitesten entwickelten ihre Medullarplatte geschlossen und den Kopf abgesetzt hatten (Fig. 2b und c). Inzwischen wurde das Wasser nicht gewechselt, aber täglich einmal kräftig umgerührt und die abgestorbenen Keime entfernt. Nach dieser Zeit wurden die Keime nach ihrem Entwicklungsstadium sortiert, je nach Bedarf auf 3 bis 6 Schalen verteilt, weiterhin täglich oder mindestens alle 2 Tage das Wasser gewechselt und schließlich die Mißbildungen registriert und die normal gestalteten Individuen gemessen. Meist wurden auch die anormalen Individuen der Messung unterworfen, soweit dies technisch möglich war. Die Beobachtungsdauer einer Serie betrug 25 bis 30 Tage.

Die Versuche bezweckten, die ersten Entwicklungsvorgänge (Furchung, Blastulation, Gastrulation, Neurulation) in sauerstoffarmer Umgebung ablaufen zu lassen, den Embryonen weiterhin aber annähernd normale Umgebungsverhältnisse zu bieten. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß die Keime den geringen Sauerstoffvorrat der zu Anfang gewährten 50 cm³ Wasser fortschreitend verbrauchen, ohne daß er aus der Luft in entsprechendem Maße ersetzt wird. Außerdem ist wahrscheinlich, daß in dem Wasser die Stoffwechselprodukte der Keime allmählich angereichert werden, die ebenfalls die Entwicklung nachteilig beeinflussen mögen.

Um vollständige Serien zu erhalten, wurden die Larven zur Zeit des Schlüpfens, d.h. etwa 14 bis 19 Tage nach dem Versuchsbeginn, mit zwei Pinzetten ihrer Hülle entledigt und weiterhin dem Zuchtmedium (Leitungswasser oder Holtfreter-Lösung) pro Liter 5 cm³ Cibazol zugesetzt. Diese Cibazollösungen wurden besonders bei den Schalen, welche die gegen Infektion wenig resistenten Mißbildungen enthielten, angewendet. Sie ermöglichten, hoffnungslose Kümmerlinge überraschend lang, d.h. meist über die ganze Versuchsdauer, am Leben zu erhalten. 15 bis 18 Tage nach Versuchsbeginn hatten die bestentwickelten Larven das erste Meßstadium erreicht und gingen dann zum Messen oder wurden fixiert. Die bei den Messungen angewandte Methode wird im 2. Aufsatz beschrieben.

III. Die beeinflußten Entwicklungsvorgänge in der normalen Entwicklung.

Bei den Versuchen werden in erster Linie die Furchung und Blastulabildung, die Gastrulation und die Neurulation in Mitleidenschaft gezogen. Bei der Furchung wird der Keim fortschreitend zu immer mehr Zellen aufgeteilt, wobei die Teilungsebenen nach bestimmten Regeln angeordnet sind. Ist eine bestimmte Feinzelligkeit erreicht, so entsteht die Blastula, die im Innern einen Hohlraum, das Blastocöl, und eine mehrschichtige, oben dünne und unten dicke Wand, das Blastoderm, aufweist. — In dieser Blastula und der anschließenden frühen Gastrula können wir drei Hauptbezirke unterscheiden: 1. Den *animalen Bezirk* (Fig. 1, nicht punktiert), der ungefähr die obere Hälfte des kugeligen Keims bildet

und in der Hauptsache die präsumptive Epidermis und Medullarplatte darstellt, 2. die *Randzone* (Fig. 1, locker punktiert), welche, dorsal höher als ventral, im und unter dem Äquatorbereich den Keim umfaßt und dorsal im wesentlichen die präsumptive Chorda und die Urwirbel, ventral das Material des späteren ventralen Rumpfmesoderms (Seitenplatten) und der Schwanzknospe darstellt, und schließlich 3. den *vegetativen Bezirk* (Fig. 1, dicht punktiert), der das präsumptive Entoderm (Darmtraktus, Leber, Pankreas usw.) bildet. — Während der Gastrulation vergrößert der animale Bezirk seine Oberfläche und überzieht unter teilweiser Verschiebung seines Materials gegen die dorsale Mediane den ganzen Keim. Das Randzonenmaterial streckt sich, wandert um den als Lippe ausgebildeten Urmund herum in das Innere, schiebt sich dabei stark nach dorsal zusammen und bildet das mittlere Keimblatt (Mesoderm). Sein dorsaler und dorso-lateraler Teil wird häufig als *Urdarmdach* bezeichnet. — Der 3. oder vegetative Bezirk der Gastrula schiebt sich ebenfalls ins Innere des Keims und bildet dort das Entoderm, d.h. den Darmtraktus, die Leber, die Bauchspeicheldrüse u. a.

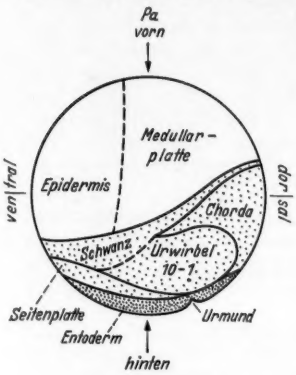


Fig. 1.

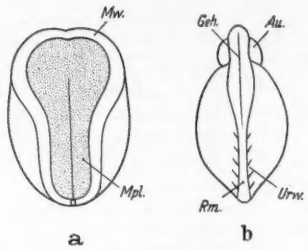


Fig. 2a—c.

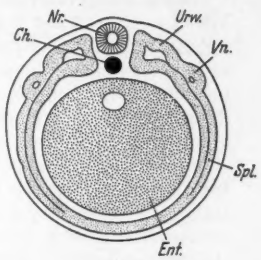


Fig. 3.

Fig. 1. Frühe Gastrula von Triton, von links gesehen, mit Einzeichnung der Organanlagen des Embryo. *Pa.* = Polaritätsachse. Nach W. VOGT 1929 gezeichnet.

Fig. 2a—c. Keime von Urodelen, schematisch. a Junge Neurula von dorsal. b und c junger Embryo von dorsal und rechts. *A.* = After; *Au.* = primäre Augenblasen; *Geh.* = Gehirn; *Kie.* = Kiemenanlage; *Mpl.* = Medullarplatte; *Mw.* = Medullarwülste; *Rm.* = Rückenmark; *Schw.* = Schwanzknospe; *Urw.* = Urwirbel. (Originale.)

Fig. 3. Schematischer Querschnitt durch Embryo, wie Fig. 2b u. c. *Ch.* = Chorda; *Ent.* = Entoderm; *Nr.* = Neuralrohr-Rückenmark; *Spl.* = Seitenplatten; *Urw.* = Urwirbel; *Vn.* = Vorniere. (Original.)

Auf die Gastrulation folgt die Neurulation (Fig. 2 und 3). Dabei entsteht im Ektoderm dorsal die schuhsohlenförmige, von Wülsten (*Mw.*) begrenzte *Medullarplatte* (*Mpl.*), die sich zuerst zur Medullarrinne und dann zum Neuralrohr (*Nr.*) zusammenschließt. Das Neuralrohr gliedert sich weiterhin schnell in das Gehirn (*Geh.*) mit den primären Augenblasen (*Au.*) und das Rückenmark (*Rm.*), und bald setzt sich auch der Kopf vom übrigen Körper ab. Der epidermale Teil rückt während des Medullarplattenschlusses dorsal zusammen und bedeckt weiterhin den ganzen Embryo. Das Mesoderm (Fig. 3) gliedert sich in die dorsal-mediane *Chorda* (*Ch.*), die dorso-lateral gelegenen *Urwirbel* (*Urw.*) mit den Segmentstielen und Nierenanlagen (*Vn.*) und die Seitenplatten (*Spl.*). Das Entoderm (*Ent.*) schließt sich zum vorn weitlumigen, hinten englumigen Rohr zusammen. Schließlich bilden das Ektoderm und Mesoderm dorsocaudal vom geschlossenen Urmund (*A.*) die *Schwanzknospe* (Fig. 2c, *Schw.*).

Wenn die am weitesten entwickelten Keime das zuletzt beschriebene Stadium (abgesetzten Kopf, sprossende Schwanzknospe, Fig. 2b und c) erreicht hatten, wurden die Keime sortiert und in sauerstoffreiches Wasser verbracht.

IV. Allgemeine Beobachtungen und Ergebnisse.

Insgesamt wurden 16 Serien durchgeführt, und zwar 8 mit 200, 6 mit 300 und 2 mit 400 Keimen. Es kamen also im ganzen 4200 Keime zur Beobachtung. Die Ergebnisse der einzelnen Serien schwanken sehr beträchtlich. Dies hat wohl seinen Grund in den etwas variabeln Verhältnissen der Versuchsanordnung und besonders in der zwischen 17 und 22° C schwankenden Zimmertemperatur, in der die Versuche durchgeführt wurden. In den höheren Temperaturen starben erwartungsgemäß sehr viel mehr Keime als in den niedrigeren. Zieht man aber die Serien mit derselben Keimzahl zusammen, so bekommt man doch einen den Erfahrungen entsprechenden Überblick.

In den 8 Serien zu 200 Keimen starben ungefähr 20%; 80% überlebten die ganze Versuchsdauer, 60% waren normal gestaltet und 20% Krüppel bzw. Mißbildungen verschiedenen Grads. Kopfdefekte hatten 15%, davon etwa die Hälfte verkleinerte Köpfe verschiedenen Grads (Microcephalus) oder verkleinerte Augen verschiedenen Grads (Microphthalmus Fig. 5a bis f) und wiederum etwa die Hälfte medianwärts genäherte Augen (Synophthalmus), einfache Augen (Cyclopie) und augenlose Köpfe (Anophthalmus) (s. Fig. 6a—f). — In den Serien mit 300 Keimen starben 60% und überlebten 40%. 20% bildeten normal gestaltete Larven, und 20% waren verkrüppelt. Etwa die Hälfte von diesen hatte Kopfdefekte, wie sie oben schon erwähnt wurden. — In den Serien mit 400 Keimen starben schließlich rund 90% und überlebten 10%. Von diesen war etwa die Hälfte normal gestaltet (5%) und die andere Hälfte verkrüppelt. Außerdem zeigten ungefähr ein Drittel der Überlebenden Kopfdefekte (1 + 2%). — Unseren Erwartungen entsprechend stieg also die Anzahl der Toten und der Anteil der Krüppel und Kopfdefekte an den Überlebenden mit der Anzahl der Keime, die sich jeweils in einer Schale entwickeln mußten.

Außerordentlich eindrucksvoll war die Beobachtung, daß die Keime individuell eine sehr verschiedene Resistenz gegen die ungünstige Umgebung aufwiesen. Manche von ihnen entwickelten sich, wie wenn ihr Milieu vollkommen oder nahezu normal gewesen wäre, während andere wiederum schnell dem Tod verfielen.

Das Absterben der Keime kündigte sich im allgemeinen durch das Verblassen der bräunlichen Pigmentgranula an, die bei Triton alpestris reichlich im Plasma der animalen Zellen eingelagert sind. Es erfolgte in weitaus den meisten Fällen schon im sauerstoffarmen Medium, bei dem Rest im sauerstoffreichen. Dieser Rest setzte sich im allgemeinen aus Keimen zusammen, bei denen der Tod noch nicht sicher festgestellt werden konnte oder die hoffnungslose Kümmerlinge darstellten. Häufig wurden Keime beobachtet, die in der Blastula stehenblieben, eine verhältnismäßig große Blase bildeten und als solche dann starben. Häufig beobachtete man auch Keime, die in der

Gastrulation steckenblieben und entweder schon in der frühen Gastrula oder auch in der späten zugrunde gingen. Solche Keime zeigten dann ein gewuchertes, warzenförmiges, animales Feld, was darauf schließen läßt, daß entweder das vegetative Material oder das der Randzone versagte. Auch im Neurulastadium gingen noch viele Keime ein. Es waren besonders die Fälle, die über einem großen Dotterpfropf eine kurze, breite Medullarplatte aufwiesen oder nur eine flache, schlecht abgegrenzte Medullarplatte zeigten. Schließlich wurden auch Embryonen mit abgesetztem Kopf noch vom Tod ereilt, wobei dann meist am Kopf der Zerfall eintrat, offensichtlich weil hier der Medullarplattenschluß mangelhaft blieb. In manchen Fällen versagte auch das Entoderm, was schon bei den frühen Embryonen oder auch bei späten verkrüppelten Larven zum Tode führen konnte.

Besonders bemerkenswert sind die Unregelmäßigkeiten, welche an der Neurula festzustellen waren, und welche wahrscheinlich oft für die weitere Entwicklung von großer Bedeutung gewesen sind (vgl. Fig. 2a). Oft fiel auf, daß der animale Querwulst der Medullarplatte ihren anderen Abschnitten in der Entwicklung weit vorauseilte, und daß er, median geknickt, einen stumpfen, mit der Spitze nach animal gerichteten Winkel bildete, daß die Medullarplatte asymmetrisch ausgebildet war und nur auf einer Seite einen gut entwickelten Wulst aufwies, daß die Medullarwülste ein- oder mehrfach geknickt oder allgemein sehr flach entwickelt waren, daß die Medullarplatte im animalen Feld sehr schmal gewesen ist, oder daß die Medullarplatte breit und kurz war und caudal einen mittleren oder kleinen Dotterpfropf umschloß. Beim Schluß der Medullarplatte konnte schließlich noch festgestellt werden, daß er vorn, oder häufiger hinten, verspätet erfolgte.

Die jungen Embryonen zeigten nicht selten noch einen mittelgroßen bis kleinen Dotterpfropf als Folge der verzögerten Gastrulation. Auch waren ihre Köpfe manchmal zu schwach entwickelt, was schon auf spätere Kopfdefekte hinwies.

Ganz allgemein ließ sich eine deutliche Verzögerung der Entwicklung schon in den Serien mit 200 Keimen feststellen. Gleich alte Kontrollkeime hatten z. B. die Neurulation am 4. Tag der Entwicklung schon abgeschlossen, während die Versuchskeime noch zwischen den Stadien der späten Gastrula und der abgeschlossenen Neurula lagen. Noch größer war der Unterschied bei den Serien mit 300 oder 400 Keimen. Die Entwicklungsdifferenz blieb auch in den Larvenstadien erhalten; denn die normalgestalteten Versuchslarven schlüpften im allgemeinen, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, ein bis mehrere Tage später als die Kontrollarven.

Diese Beobachtungen stehen im Einklang mit den Feststellungen und Erfahrungen, welche die Untersuchung der Empfindlichkeit der Keime und ihrer Bezirke gegen Gifte und Sauerstoffmangel und die Untersuchung ihres Sauerstoffbedarfs erbracht haben (s. Abschn. VI).

V. Überblick über die erhaltenen Mißbildungen.

Das Bild der Mißbildungen und Krüppel, die bei unseren Versuchen entstanden sind, ist so mannigfaltig, daß es im folgenden nur unvollständig dargestellt werden kann. Einige charakteristische Formen sollen durch die Fig. 4—7 aufgezeigt werden, die nach Photographien etwas vereinfacht gezeichnet worden sind. Dabei wurde auf die Wiedergabe des Pigments verzichtet.

1. Einknickungen. Verhältnismäßig einfach sind stumpf-, recht- oder gar spitzwinklige Einknickungen nach dorsal, ventral oder den Seiten, die in jedem Abschnitt des Rumpfes oder auch Schwanzes einfach oder auch doppelt vorkommen können. Man findet sie bei sonst ganz normal ausgebildeten und auch bei mehr oder weniger defekten Larven.

2. Verbiegungen. Weiterhin findet man Verbiegungen verschiedensten Ausmaßes nach dorsal, ventral und besonders den Seiten, die den ganzen Körper, oder nur den Rumpf und Schwanz, oder nur einen von den beiden letzteren betreffen können. Sie können 180° und mehr betragen, so daß die Larven eine hufeisenförmige Gestalt aufweisen. Häufig sind sie mit anderen Defekten im Kopf, Rumpf und Schwanz gekoppelt.

3. Allgemeine Verkrüppelung und Unterentwicklung. Allgemeine Verkrüppelungen wurden recht häufig beobachtet. In der Fig. 4 sind einige Verkrüppelungsstufen von 16 bis 24 Tage alten Larven schematisch dargestellt.

Die Fig. 4a zeigt eine ziemlich normal gestaltete, sicher lebensfähige Larve. Ihr Rumpf und Schwanz sind verhältnismäßig kurz und der Rumpf minimal nach rechts gebogen. — In der Fig. 4b sehen wir eine ebenfalls lebensfähige, ziemlich normale Larve. Ihr Rumpf ist aber etwas kurz und ihr Schwanz nur etwa $^2/_3$ normal lang. — Die Larve der Fig. 4c hat einen normal ausgebildeten Kopf, ihr Rumpf ist nur etwa $^2/_3$ normal lang mit dotterreichem Darm, und der Schwanz zeigt eine normale, schwach gestörte Ausbildung. Die ganze Larve zeigt eine geringe Einbiegung nach rechts, und es fehlt ihre rechte Vorderextremität. — Bei der Larve der Fig. 4d ist der Kopf normal, aber etwas klein, der Rumpf bei guter symmetrischer Entwicklung nur etwa $^2/_3$ normal lang und der Schwanz nur andeutungsweise vorhanden. In der hinteren Rumpfhälfte ist der Nahrungsdotter etwas gestaut und das Pigment in seiner Anordnung mäßig gestört. — Die Larve der Fig. 4e zeigt einen hohen Grad von Verkrüppelung mit zu kleinem, aber ziemlich normal gestaltetem Kopf, gedrungenem, dotterreichem Rumpf, knopfartigem Schwanzrudiment, nur angedeutetem dorsalem Flossenraum und abnorm wenigen, ziemlich gestört angeordneten schwarzen Pigmentzellen (Melanophoren). Sie ist sehr stark in der Entwicklung zurück und sicher nicht lebensfähig. — Die Larve der Fig. 4f ist 24 Tage alt. Ihr Kopf ist sehr klein, aber ziemlich vollständig und bilateralsymmetrisch gebaut; der Rumpf ist in seinen vorderen zwei Dritteln etwas aufgebläht; im hintersten Drittel fehlen ihm offenbar gewisse Teile des Achsensystems (Muskulatur, Rückenmark und vielleicht auch Chorda). Hier ist er auch ohne schwarze Pigmentzellen und ventral von Dotter erfüllt. Der dorsale Flossensaum zieht, etwas geschlängelt, über beide Teile des Rumpfes. An Stelle des Afters ist noch ein Dotterpfropf vorhanden. Der Schwanz fehlt vollständig. Die Larve ist sehr stark unterentwickelt und sicher nicht lebensfähig. — Die Fig. 4g zeigt eine noch weiter verkrüppelte Larve. Ihr Entwicklungsstadium entspricht etwa dem eines 8 Tage alten Kontrollembryos. Der Kopf ist klein, noch ohne äußere Organe und etwas asymmetrisch. Der Rumpf zeigt ellipsoide Form, ist sehr dotterreich, hat nur in seinen vorderen drei Fünfteln ein Achsensystem und dorsocaudal am Ende des vierten Fünftels den Urmund (After). Diffus verteilte schwarze Pigmentzellen finden sich im Kopf und auf dem Achsensystem der vorderen Rumpfabschnitte. Die Larve ist, 20 Tage alt, gestorben.

Mit diesen Figuren ist gezeigt, daß durch die ungünstigen äußeren Verhältnisse während der frühen Entwicklungsstadien der ganze Embryo oder auch bestimmte Teile betroffen werden können. Wir sahen eine Verkürzung des Rumpfes, die in weiteren Fällen noch größere Ausmaße als in Fig. 1d angenommen hat, eine Reduktion des Schwanzes, der nicht selten bei sonst guter Entwicklung ganz ausfällt, eine starke

Verkürzung des Achsensystems (Fig. 4f und g), die oft mit dem frühen Tod verbunden ist, das Ausbleiben einer Extremität (Fig. 4c), eine allgemeine, oft sehr starke Entwicklungshemmung, und schließlich verkleinerte oder defekt entwickelte Köpfe, die wir nunmehr genauer betrachten wollen.

Bei den defekt entwickelten Köpfen unterscheiden wir zwei Stufenreihen: eine erste, bei der der Kopf bei guter zweiseitiger Entwicklung allgemein verkleinert erscheint (*echter Microcephalus*), mehr und mehr defekt wird, um schließlich ganz zu fehlen (*Acephalus*) (Fig. 5), und eine zweite, bei der die vordere Kopfhälfte, rostral beginnend, fortschreitend schmäler wird, um schließlich ganz auszufallen (*Synophthalmus-Cyclopie-Anophthalmus*) (Fig. 6a—f).

4. Microcephalus und Acephalus, Microphthalmus und Anophthalmus. Die erste von den zwei zu betrachtenden Reihen von Kopfdefekten ist in der Fig. 5a—g dargestellt.

Die Fig. 5a zeigt den Kopf einer im Rumpf und Schwanz völlig normalen, 25 Tage alten Larve. Ihr Kopf hat normale Größe, besitzt aber zu kleine Augen (Microphthalmus). — Der Kopf der Fig. 5b gehört zu einer 28 Tage alten, gerade gestreckten Larve, die einen gedrungenen, dickbäuchigen, etwas aufgedunsenen Rumpf und einen normalen Schwanz aufweist. Er ist etwas klein und zeigt bei sonst normaler Proportion links ein kleines und rechts ein tiefliegendes, sehr kleines Auge (asymmetrischer Microphthalmus). — Der Kopf der Fig. 5c gehört zu einer gerade gestreckten, 24 Tage alten Larve mit langem Rumpf und Schwanz. Er ist beträchtlich zu klein für die Larve (Microcephalus), im allgemeinen gut gebaut, zeigt aber zwei winzige Augen in lateraler und symmetrischer Lage (Microphthalmus). — In der Fig. 5d sehen wir den Kopf einer 23 Tage alten Larve. Er ist vorn schmal und ohne sichtbare Augen Microcephalus und Anophthalmus), hat aber Haftfäden und eine ordentlich entwickelte Kiemenregion beiderseits mit drei Kiemenstämmchen. Der Rumpf der Larve ist mäßig, ihr Schwanz stark defekt. Die hintere Rumpfhälfte und der Schwanz sind im rechten Winkel nach rechts gebogen. — Der in der Fig. 5e skizzierte Kopf wurde nach einer 23 Tage alten Larve gezeichnet. Seine vordere Hälfte ist schmal und ohne sichtbare Augen; auch die Kiemenregion ist zu schmal entwickelt, und ihre Kiemenstämmchen sind kurz und buschig (Microcephalus und Anophthalmus). Rumpf und Schwanz der Larve sind stark verkrüppelt und nach rechts gebogen. — Bei dem Kopf der Fig. 5f fehlt die vordere Hälfte des Gehirns mit den Augen. Das Nachhirn und die Kiemenregion, beiderseits mit drei Kiemenstämmchen, sind vorhanden. Auch die sonst ventrocaudal der Augen liegenden Haftfäden sind als zwei kleine, fingerförmige Anhänge am Vorderende entwickelt. Die Larve ist in der Entwicklung mäßig gehemmt und hat einen schwach verkrüppelten Rumpf und einen stark verkrüppelten, im rechten Winkel nach rechts gebogenen Schwanz. — Schließlich zeigt die Fig. 5g das Vorderende einer 23 Tage alten Larve. Der Kopf fehlt vollständig (Acephalus). Das Rückenmark endet vorn mit einem kleinen Höcker. Die Larve ist im Rumpf stark verkrüppelt und aufgedunsen (hydropisch); ihr Schwanz bildet nur einen kurzen lappenartigen Fortsatz.

Bei den in dieser Serie charakterisierten Abstufungen des Microcephalus zum Acephalus und des Microphthalmus zum Anophthalmus ist auffällig, daß die höheren Grade der Defektbildung des Kopfes (Fig. 5d—g) in der Regel mit einer allgemeinen, auch den Rumpf und Schwanz betreffenden Verkrüppelung verbunden sind. — Manche der hier beobachteten Köpfe erinnern an Chordatiere, welche in der Natur als erblich fixierte Tierklassen und Tierarten vorkommen, z. B. die Köpfe der Fig. 5f und g an die Acranier, und der Kopf der Fig. 5c an den blinden, mit rudimentären Augen versehenen Grottenolm (Proteus anguineus).

5. Synophthalmus, Cyclopie, Anophthalmus und einseitige Augendefekte. Zu den eindrucksvollsten Mißbildungen, welche in der Natur und in verschiedenartigen Versuchen beim Menschen und den Wirbeltieren vorkommen, gehören die Köpfe (Fig. 6a—f), deren Augen einen in verschiedenem Grade verringerten Augenabstand besitzen, sich gegenseitig berühren oder hantelförmig zusammenhängen (Synophthalmus verschiedenen Grads) und die Köpfe, die nur ein medianes Auge haben, das mit breiter elliptischer Irisfläche und Pupille zwei Linsen haben kann

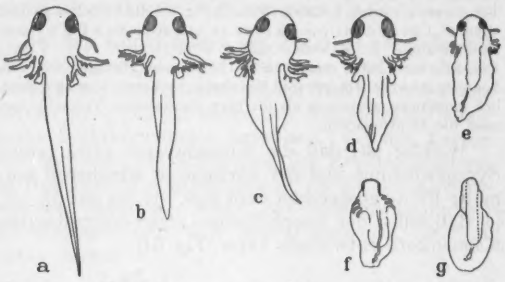


Fig. 4a—g. Verkrüppelungen verschiedenen Grades von Triton alpestris-Larven, erhalten durch Züchten der Keime während der Furchung, Gastrulation und Neurulation in ungünstiger, O_2-armer Umgebung. Näheres s. Text. (Originale.)

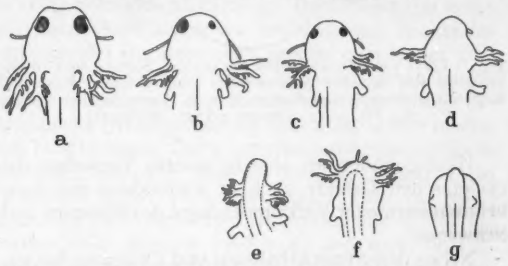


Fig. 5a—g. Köpfe von Triton alpestris-Larven. Microcephalus bis Acephalus und Microphthalmus bis Anophthalmus, erhalten durch Züchten der Keime während der Furchung, Gastrulation und Neurulation in ungünstiger, O_2-armer Umgebung. Näheres s. Text. (Originale.)

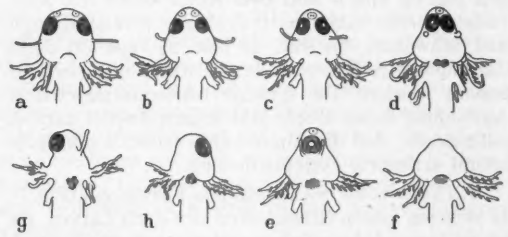


Fig. 6a—h. Köpfe von Triton alpestris-Larven von ventral gesehen. a Normal. b, c, d Synophthalmus 1., 2., 3. Grads. e Cyclopia perfecta. f Anophthalmus. g, h Unilateraler Anophthalmus. Die Köpfe gehören zu sonst normal gebauten Larven, die während der Furchung, Gastrulation und Neurulation in ungünstiger, O_2-armer Umgebung sich entwickelt hatten. Näheres s. Text. (Originale.)

(Cyclopia imperfecta) oder mit etwa kreisförmiger Irisfläche und Pupille nur eine Linse besitzt (Cyclopia perfecta). Dieses einfache Auge kann in seiner Größe übernormal, gleich oder auch kleiner als das gewöhnliche Auge sein; ja, es kann schließlich vollständig fehlen (Anophthalmus). Bei dieser Erscheinung, die häufig einfach als „cyclopischer Defekt" bezeichnet wird, sind die Augen nur der auffälligste Ausdruck einer von vorn nach hinten fortschreitenden Verschmälerung und Reduktion des Kopfes. Sie umfaßt zuerst die Nasen (Monorhinus), dann die Augen mit den vorderen Gehirnteilen, dann die mittleren Gehirnteile mit den Haftfäden, dann die hinteren mit den

Gehörblasen und Kiemen, bis schließlich bei sehr weit fortgeschrittener Reduktion der ganze Kopf fehlt (Acephalus).

In der Fig. 6a—f haben wir einige wenige Stufen des cyclopischen Defekts dargestellt. Dabei wurden alle Köpfe in engster Anlehnung an Larven, die in unseren Versuchen aufgetreten sind, mit Blick auf die Ventralseite skizziert. Die Fig. 6a zeigt einen normalen Kopf, Fig. 6b einen Synophthalmus 1. Grads (Syn. 1), Fig. 6c einen solchen 2. Grads (Syn. 2), Fig. 6d einen solchen 3. Grads (Syn. 3), Fig. 6e eine Cyclopia perfecta, und schließlich Fig. 6f einen Anophthalmus (s. Mangold und v. Woellwarth 1950, S. 367). Die defekten Larven waren 16 bis 24 Tage alt, besaßen alle vollkommen normale Rümpfe und Schwänze; sie hatten sich aber deutlich langsamer entwickelt als die normalgestalteten Versuchs- und auch die Kontrollarven.

Wichtig ist, daß die Kiemenregion beim reinen Synophthalmus und der Cyclopie in annähernd normaler Breite ausgebildet wird (vgl. Fig. 6a mit 6b—f), ja, daß selbst der Anophthalmus einen normalbreiten Kiemenkorb entwickeln kann (Fig. 6f).

Fig. 7. Larve von Triton alpestris von ventral. Störung der Größenharmonie von dorsalem Achsensystem und ventralem Bauchteil. Kopf mit starkem Synophthalmus (Syn. 4). Larve erhalten wie die der Fig. 4—6. Näheres s. Text. (Original.)

Häufig fanden wir aber in unseren Versuchen die cyclopischen Defekte auch in Verbindung mit Verkrümmungen oder Verkrüppelungen des Rumpfes und Schwanzes.

Neben den Synophthalmien und Cyclopien fanden wir in einigen Fällen auch Larven, bei denen ein Auge vollständig fehlte, das andere aber normale Gestalt und Größe aufwies (*unilateraler Anophthalmus*). In den Fig. 6g und h sind zwei Köpfe dieser Art abgebildet. Beide haben normalgebaute gerade Rümpfe und Schwänze. Sie sind, 27 bzw. 25 Tage alt, durch das ungünstige Milieu in ihrer Entwicklung stark gehemmt worden. Die sonstige bilateralsymmetrische Ausbildung dieser Köpfe läßt keinen Zweifel darüber aufkommen, daß die Augen echte seitliche und nicht lateral verlagerte cyclopische sind.

6. Disharmonie von Dorsal- und Ventralseite (Fig. 7). In wenigen Fällen entwickelten sich auch Larven, die ein zu kurzes Achsensystem und eine zu lange Ventralseite hatten. Die Fig. 7 zeigt einen solchen Fall von der Bauchseite. Die Larve ist in der Entwicklung beträchtlich zurück, zeigt einen synophthalmen Kopf und ein gerades, normalgestaltetes Achsensystem im Rumpf und Schwanz. Die Bauchseite mit dem noch stark dotterhaltigen Darm ist zu lang und biegt daher im 2. und 3. Rumpfdrittel in auffallender Weise nach links aus.

7. Pigmentstörungen. Die normale Tritonlarve besitzt grüne, silbrige und schwarze Pigmentzellen. Von ihnen sollen hier nur die schwarzen (Melanophoren) betrachtet werden. Sie sind relativ große, baumförmig verästelte Zellen, die im Rumpf beiderseits in zwei Reihen, je einer dorsalen entlang dem Rückenmark und je einer lateralen an der Grenze von dorsaler Rumpfmuskulatur und Bauchwand, liegen. Der Schwanz zeigt nur die dorsale Reihe in etwas aufgelockerter Form. Melanophorenstörungen können nun in zweierlei Weise in Erscheinung treten: 1. als Störung der quantitativen Entwicklung und 2. als Störung der normalen Ordnung. — Die Zahl der Melanophoren kann allgemein zu gering oder, in seltenen Fällen, zu hoch sein. Ferner können die Melanophoren im Kopf oder im Rumpf oder im Schwanz wenig zahlreich sein oder ganz fehlen. — Die Anordnung der Melanophoren ist im Zusammenhang mit anderen Defekten häufig örtlich oder auch allgemein gestört.

8. Verdopplungen. Auffallenderweise entstanden in unseren Versuchen nur ganz wenige Verdopplungen. Im ganzen wurden nur zwei beobachtet. Vielleicht sind sie infolge der reichlich langen Haltung der Keime in der ungünstigen Umgebung so früh gestorben, daß sie nicht erfaßt werden konnten, oder sie entstehen bei unserer Versuchsanordnung überhaupt sehr selten. Die zwei beobachteten wurden schon im Stadium der offenen Medullarplatte festgestellt. Eine von ihnen war eine schwache vordere Verdopplung mit zwei defekten Köpfen; die andere zeigte neben einem normalen Achsensystem rechts ventral ein zweites, das vorn einen sehr defekten Kopf aufwies und hinten am After und Schwanz mit dem normalen Achsensystem sich vereinigte. — Eine stark verkrüppelte Larve zeigte auch ein doppeltes Schwänzchen. Sie leitet über zur Rückenmarksspaltung (Spina bifida), die aber auffallenderweise bei den lebenden Objekten nicht zur Beobachtung kam. Doch muß damit gerechnet werden, daß sie bei der Schnittuntersuchung noch gefunden wird.

VI. Kausale Analyse der geschilderten Mißbildungen.

Nach den vielen entwicklungsphysiologischen Untersuchungen, die im Anschluß an die Arbeiten von W. Roux und H. Spemann in den letzten 6 Jahrzehnten an Amphibien ausgeführt worden sind, sind wir in der Lage, uns ein einigermaßen zutreffendes Bild von der Entstehung der geschilderten Mißbildungen zu machen. Von entscheidendem Einfluß dürfte dabei das Verhalten der dorsalen Randzone sein, die ungefähr der präsumptiven Chorda und den präsumptiven Urwirbeln entspricht, und die nach den Versuchen von Spemann und H. Mangold (1924) den „*Organisator des Keims*" darstellt (Fig. 1). Während die dorsale Randzone nämlich im Laufe der Gastrulation in das Keiminnere wandert und dort das *Urdarmdach* (= prächordale Platte + Chorda + Urwirbel, Fig. 3) bildet, bestimmt sie das über ihr liegende noch indifferente Ectoderm, Medullarplatte zu bilden. Dabei besitzen seine verschiedenen Abschnitte eine verschiedene Induktionsfähigkeit. Von vorn nach hinten betrachtet, induzieren die vorderen vordere Gehirnabschnitte mit Nasen und Augen (*Archencephalon* oder *Acrencephalon*), die mittleren hintere Gehirnabschnitte mit Gehörblasen (*Chordencephalon* oder *Deuterencephalon*), und die hinteren Rückenmark mit Schwänzen (Spemann 1931, Mangold 1933, Lehmann 1941, Dalcq 1946 und 1947 u. a.). Auch in median-lateraler Richtung ist die Induktionsfähigkeit der Urdarmdachabschnitte quantitativ und qualitativ verschieden (neben älteren Arbeiten Chr. R. Raven und J. Kloos 1946). Durch die Organisatorwirkung des Urdarmdachs wird also das ganze Achsensystem, d.h. Zentralnervensystem, Chorda mit Wirbelsäule, Rumpfmuskulatur, Nierensystem und Darmlumen, bestimmt. Auch bestehen gewisse sekundäre induktive Einflüsse des Achsensystems auf die ventro-lateralen und ventralen Bezirke des Embryos. *Am eindruckvollsten ist bei der Determination des Achsensystems das Zusammenarbeiten von Urdarmdach als „Aktionssystem"* (V. Hamburger) *und des Ectoderms als „Reaktionssystem"* (O. Mangold, s. Spemann 1936, S. 49).

Weiterhin haben eine große Anzahl von Untersuchungen gezeigt, daß die Medullarwülste außer neuralen Elementen sehr viel Mesenchymzellen (Ectomesoderm) liefern, die beim Schluß der Medullarplatte zum Rohr aus den Wülsten auswandern, große Teile des knorpeligen Kopfskeletts (nahezu das ganze Visceralskelett), geringe Teile des Neuralskeletts und alle Pigmentzellen bilden. (Literatur bei Hörstadius 1950.)

Unsere oben geschilderten Beobachtungen an den Keimen während der ersten, im ungünstigen Medium

durchlaufenen Entwicklungsstadien haben nun gezeigt, daß mit Vorliebe die Gastrulation und Neurulation Störungen verschiedenen Grads erleiden, daß die Einstülpung des Randzonen- und vegetativen Materials oft gehemmt ist, und daß die Medullarplatten quantitative und qualitative Defekte aufweisen. Die Determination der Medullarplatte und des Achsensystems erfuhr also mehr oder weniger beträchtliche Störungen. Dabei wird man an Störungen im Reaktionssystem, an solche im Aktionssystem, und schließlich an solche in beiden denken müssen. Daß das animale Material der Gastrula, also das Reaktionssystem, weniger empfindlich ist als das Randzonenmaterial, d.h. das Aktionssystem, ergibt sich aus der häufigen Beobachtung, daß die Einstülpung weitgehend unterbleibt, das animale Feld sich aber auszubreiten versucht und, daran gehindert, warzenförmig sich aufwulstet.

Die regelmäßig beobachtete, verschiedengradige Verlangsamung der Entwicklung der Versuchsembryonen und Larven ist wohl auf eine allgemeine, nicht lokalisierte Schädigung oder auch nur Hemmung der Keime zurückzuführen.

Die Einknickungen, welche oft als schwächste Defekte an sonst normalen Larven auftreten, entstehen wahrscheinlich in der Folge von Defekten im Urdarmdach, speziell in der Chorda.

Die sehr häufigen Verbiegungen haben wahrscheinlich ihre Ursache in einseitigen oder örtlich beschränkten Unterentwicklungen des Urdarmdachs und seiner Abkömmlinge, Chorda und Urwirbel, oder auch des ganzen Achsensystems. Sie erinnern an die Halbembryonen, die SPEMANN und FALKENBERG (1919) und G. RUUD und H. SPEMANN (1922) aus einseitigen Keimhälften erhielten, wenn sie späte Blastulen und frühe Gastrulen median durchschnürten oder durchschnitten. Wurde bei unseren Versuchen nur das Aktionssystem einseitig geschädigt, so entstanden verkrümmte, aber sonst gesunde Larven; hatte jedoch außer dem Aktionssystem auch das Reaktionssystem gelitten, so waren die Verbiegungen mit allgemeinen Verkrüppelungen verbunden. — Nach dorsal gerichtete Verbiegungen wurden von SHEN (1937) und v. AUFSESS (1941) in der Folge von operativ gesetzten Urdarmdachdefekten vielfach beobachtet.

Die allgemeinen Verkrüppelungen und Unterentwicklungen, welche wir in der Fig. 4 darstellten, dürften bei den Larven b—d in erster Linie auf eine Schädigung des Aktionssystems zurückzuführen sein. Offensichtlich wurde das Achsensystem infolge eines zu kurzen Urdarmdachs zu kurz angelegt. Bei der Larve c war es auch rechts etwas defekt, denn es fehlt die rechte Extremität. Die Larve d zeigt, wie relativ häufig beobachtet wurde, einen defekten Schwanz. Ob die Larven b, c und d die normale Zahl von Segmenten haben, ist sehr fraglich; darüber wird erst die Schnittuntersuchung Auskunft geben. Vielleicht haben sie nur einen Chordadefekt und verkürzte Segmente (LEHMANN und RIS 1938). Die Schädigung hat in diesen mit normalen Köpfen ausgestatteten Fällen das Urdarmdach der Rumpfregion (c) oder auch der Rumpf- und Schwanzregion getroffen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sie in verschiedenen Entwicklungsstadien wirksam war, nämlich nur in der Mitte der Gastrulation (Fig. 4c), in der Mitte und am Ende der Gastrulation und am Anfang der Neurulation (Fig. 4b und besonders d) (LEHMANN 1938 und v. AUFSESS 1941). Bemerkenswert ist freilich, daß auch die Köpfe etwas kleiner als die normalen sind. — Bei den Larven der Fig. 4e—g hatten sicher sowohl das Aktionssystem als auch das Reaktionssystem stark gelitten; alle drei, aber ganz besonders f und g, zeigen sehr stark verkürzte Achsensysteme.

Bei den Kopfdefekten der Fig. 5 ist ebenfalls mit der Schädigung des Aktionssystems und des Reaktionssystems zu rechnen. Sicher trifft dies bei den Larven d—g zu, die außer den Kopfdefekten allgemeine Verkrüppelungen aufweisen. Bei den Larven a—c war wohl die Schädigung des Reaktionssystems im Kopfbereich einschneidender als die des Aktionssystems; denn sie zeigen bei verschiedengradiger Microcephalie sehr weit lateral gelagerte, aber zu kleine Augen.

Die synophthalmen, cyclopischen und anophthalmen Larven (Fig. 6a—f) zeigen häufig die caudalen Hälften des Kopfes, die Rümpfe und die Schwänze in völlig normaler Ausbildung. Bei ihnen kann keine allgemeine Schädigung des Aktions- und Reaktionssystems oder des einen oder anderen von beiden vorliegen; wir müssen vielmehr mit einer genau lokalisierten Schädigung der vordersten Bezirke des Urdarmdachs (Aktionssystems) und zwar seiner medianen Teile rechnen. Dafür sprechen auch entsprechende Resultate nach der Ausschaltung des Urdarmdachs (MANGOLD 1931, 1936, ADELMANN 1929 bis 1937, TÖNDURY 1936, SHEN 1938, MANGOLD und v. WOELLWARTH 1950, SCHENK 1952 u. a.) und auch die Versuche HOLTFRETERS (1933), bei denen die vordersten Urdarmdachbezirke nicht ein-, sondern ausgestülpt wurden (partielle Exogastrulation).

Sehr auffallend sind auch die relativ selten beobachteten unilateral anophthalmen Larven, wie sie in den Fig. 6g und h abgebildet wurden. Da die Larven im Rumpf und Schwanz normal ausgebildet und ziemlich gesund sind, lag wohl eine örtliche Schädigung der einen Seite des vordersten Urdarmdachbezirks vor. Dies weist darauf hin, daß das Urdarmdach von Anfang an zweiseitig ist und auch zweiseitig induziert (s. dazu ADELMANN 1929, MANGOLD 1936 und MANGOLD und v. WOELLWARTH 1950, S. 394, und v. WOELLWARTH 1952).

Häufig sind die synophthalmen und cyclopischen Mißbildungen aber auch mit anderen Defekten verbunden. In diesen Fällen lagen dann offenbar neben der Schädigung der vordersten Urdarmdachbezirke noch solche der anderen Urdarmdachteile oder auch des Reaktionssystems vor. Hierher gehört die in der Fig. 7 dargestellte Larve mit ihrer Disharmonie zwischen Achsensystem und ventralem Rumpf. Da sie allgemein gesund und gut gestreckt ist, dürfte das Reaktionssystem kaum gelitten haben, das Aktionssystem dagegen in seinen vorderen Bezirken beträchtlich, in seinen mittleren und hinteren Bezirken mäßig beeinträchtigt worden sein.

Bei den Pigmentdefekten unterschieden wir Störungen in der quantitativen Entwicklung der schwarzen Pigmentzellen und solche in deren Anordnung. Die quantitativen Störungen sind wohl primär auf eine zu starke oder zu schwache Entwicklung der Medullarwülste oder bestimmter Teile derselben zurückzuführen; dabei genügt es in den Fällen sonst normaler Entwicklung, eine Schädigung

des Aktionssystems anzunehmen. Bei den zudem verkrüppelten Larven muß auch mit einer Schädigung des Reaktionssystems gerechnet werden. — Bei den kränklichen Larven ist aber auch möglich, daß wohl die normale Zahl von Melanophoren entsteht, daß aber der Chemismus der Melaninbildung Störungen aufweist, so daß die Melanophoren nicht sichtbar werden. — Die abnorme Anordnung der Melanophoren beruht einerseits auf Störungen der Organkonstellation, die die Ordnung beeinflussen, andererseits auf Störungen der Disposition der Melanophoren selbst (Literatur zur Pigmentbildung und -ordnung, s. Hörstadius 1950).

Verdoppelungen des Achsensystems haben ihre Ursache in Spaltungen des Aktionssystems, wie sie seit den Schnürungsexperimenten Spemanns (1901 bis 1903), den Umlagerungsversuchen der vier ersten Blastomeren (O. Mangold 1920) und den Verlagerungsexperimenten von Organisatorteilen (Spemann und H. Mangold 1924, Bautzmann 1933 u. v. a.) bekanntgeworden sind. In unseren Versuchen sind sie auffallenderweise nur sehr selten aufgetreten; doch muß man damit rechnen, daß manche von ihnen als Gastrulen oder frühe Neurulen zugrunde gegangen sind und damit der Beobachtung entgingen. Ebenso mag es mit den Rückenmarksspaltungen (*Spina bifida*) sein, die im Hinblick auf die nicht selten beobachteten Neurulen mit kurzer Medullarplatte und großem Dotterpfropf eigentlich erwartet wurden. Spina bifida wird bei Defekten in der oberen Urmundlippe ziemlich oft beobachtet (Spemann und H. Mangold 1924, Shen 1937, Schenk 1952 u. a.). In den letzten Jahren wurde sie in unserem Institut von Heidi Britz sogar durch einfache mediane und paramediane Schnitte durch den Organisatorbereich der Gastrula mit Regelmäßigkeit erhalten (unveröffentlicht).

Mit diesen Ausführungen konnte nur eine allgemein gehaltene Erklärung der Ursachen für die abnorme Entwicklung gegeben werden. Die einfache, aber wohl vielseitig wirkende Versuchsanordnung und die große Mannigfaltigkeit der Mißbildungen schließen eine genaue, ins einzelne gehende Analyse aus. Die Schnittuntersuchung mag freilich noch manches Interessante ergeben.

Wir können wohl annehmen, daß für die Mannigfaltigkeit der Mißbildungen verantwortlich sind: 1. eine individuell verschiedene allgemeine Empfindlichkeit der Keime, 2. eine verschiedene Empfindlichkeit der Keimbezirke, 3. ein zeitlich und individuell verschiedenes Eintreten des Schädigungsvorgangs und 4. eine gewisse, wenn auch beschränkte Variation der äußeren Bedingungen bei den einzelnen Keimen, die vielleicht durch die verschiedene Lage in der Schale und die verschiedene Nachbarschaft gegeben sein könnte.

Die verschiedene Empfindlichkeit der Keimbezirke der Blastula, Gastrula und Neurula, die wir bei unseren Experimenten annehmen, ist durch viele Versuche sichergestellt worden, z. B. 1. durch die Wirkung schädlicher Agentien auf die verschiedenen Keimstadien (Bellamy 1919, Bellamy und Child 1924, Lehmann 1938 u. a.) und 2. durch die Feststellung des Sauerstoffverbrauchs der verschiedenen Keimbezirke mittelst Vitalfarbstoffen und mittelst direkter Messungen an Isolaten (G. Fischer und H. Hartwig 1936, Piepho 1938 und G. Fischer und H. Hartwig 1938 u. a.). Im Vergleich zum ganzen Keim erwiesen sich als besonders empfindlich bzw. sauerstoffbedürftig in der Blastula: die animale Hälfte, in der Gastrula: der Organisatorbereich, und in der Neurula: die Medullarplatte ohne Medullarwülste. Dabei ist aber für unsere Versuche wichtig, daß der O_2-Bedarf zu Beginn der Entwicklung ziemlich niedrig ist und im Lauf derselben stetig ansteigt. Wichtig ist ferner die Feststellung (besonders von Lehmann 1938), daß die verschiedenen Bezirke des Keims und des Organisators die Periode ihrer maximalen Empfindlichkeit in etwas verschiedenen Stadien haben (weitere Literatur s. bei Rübsaamen 1948 und Schenk 1952).

Besonders beachtenswert scheint uns, daß durch die einfache Versuchsanordnung, die in erster Linie ein Unterangebot an Sauerstoff bedingt, einschneidende Veränderungen des Kopfs und der sonstigen Körperteile bewirkt werden können, die zum Teil an erblich fixierte Tierformen erinnern und die im letzteren Fall *Phänokopien* im Sinne der Vererbungswissenschaft darstellen. Wesentlich ist dabei, daß durch die entwicklungsphysiologische Erforschung besonders der Amphibien die Determination des Wirbeltierbaus schon soweit aufgeklärt ist, daß wir uns eine Vorstellung bilden können, in welcher Weise die Natur durch (vielleicht nur geringfügige?) Änderungen des Eis und des physiologischen Zusammenspiels seiner Teile neue Arten oder gar Klassen geschaffen hat und in der Zukunft vielleicht schaffen könnte.

Ein zweiter Aufsatz wird über die Körpermaße und das Wachstum der normalen Versuchslarven im Vergleich zu den normalen Kontrollarven berichten.

Literatur.

Adelmann, H. B.: J. of Exper. Zool. **54**, 249 (1929); **57**, 223 (1930); **67**, 217 (1934); **75**, 199 (1937). — Quart. Rev. Biol. **11**, 161, 284 (1936). — Aufsess, A. v.: Roux' Arch. **141**, 248 (1941). — Bautzmann, H.: Roux' Arch. **128**, 666 (1933). — Bellamy, A.: Biol. Bull. **37** (1919). — Bellamy, A., and C. M. Child: Proc. Roy. Soc. [London], Ser. B Biol. Sci. **10** (1924). — Büchner, F.: Klin. Wschr. **1948**, Nr 3/4. — Chuang, H. H.: Roux' Arch. **143**, 19 (1947). — Dalcq, A.: Bull. Acad. roy. Méd. Belg., VI. s. **11**, 99 (1946). — Arch. portug. Sci. biol. **9**, 18 (1947). — Fischer, F. G., u. H. Hartwig: Z. vergl. Physiol. **24**, 1 (1936). — Biol. Zbl. **58**, 567 (1938). — Gloor, H., u. H. R. Schinz: Dtsch. med. Wschr. **1950**, 911. — Hörstadius, S.: The neural crest. Oxford University Press 1950. — Holtfreter, J.: Biol. Zbl. **53**, 404 (1933). — Just, G.: Praktische Übungen zur Vererbungslehre, 2. Aufl. Berlin: Springer 1935. — Lehmann, F. E.: Roux' Arch. **138**, 106 (1938). — Schweiz. med. Wschr. **1941**, 485. — Lehmann, F. E., u. H. Riss: Rev. suisse Zool. **45**, 419 (1938). — Mangold, O.: Arch. Entw.mechan. **47**, 249 (1920). — Erg. Biol. **7**, 193 (1931). — Naturwiss. **21**, 761 (1933); **24**, 753 (1936). — Mangold, O., u. C. v. Woellwarth: Naturwiss. **37**, H. 16 u. 17 (1950). — Maurath, J., u. J. Rehn: Frankf. Z. Path. **60**, 495 (1949). — Piepho, H.: Biol. Zbl. **58**, 90 (1938). — Raven, Chr. P., u. J. Kloos: Experientia (Basel) **2**, 38 (1946). — Rothweiler, H. G.: Roux' Arch. **145**, 333 (1952). — Rübsaamen, H.: Roux' Arch. **143**, 593 (1948); **144**, 301 (1950). — Ruud, G., u. H. Spemann: Arch. Entw.mechan. **52** (1922). — Schenk, R.: Roux' Arch. **145**, 347 (1952). — Shen, G.: Roux' Arch. **137**, 272 (1937). — Spemann, H.: Arch. Entw.mechan. **12**, **15**, **16** (1901 bis 1903). — Roux' Arch. **123**, 390 (1931). — Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der Entwicklung. Berlin: Springer 1936. — Spemann, H., u. H. Falkenberg: Arch. Entw.mechan. **45** (1919). — Spemann, H., u. Hilde Mangold: Roux' Arch. **100**, 599 (1924). — Töndury, G.: Roux' Arch. **136**, 529 (1937). — Vogt, W.: Roux' Arch. **120**, 384 (1929). — Wagner, G.: Rev. suisse Zool. **56**, 519 (1949). — Woellwarth, Carl v.: Roux' Arch. **145**, 582 (1952).

Aus dem Heiligenberg-Institut, Heiligenberg (Bodensee), Abteilung: O. Mangold.

Eingegangen am 9. Oktober 1952.

Über das „Schlußlicht" am Abdomenende von Libellen *).

Von ERICH SCHMIDT, Bonn a. Rhein.

In einem Brief vom 23. 8. 29 machte Dr. F. RIS folgende kritische Bemerkung zu meiner Darstellung der Libellen [*1*]: „Von Kleinigkeiten möchte ich nur gerade einen einzigen Zug nennen, den ich vermißte: nämlich die Erwähnung der lichten, weißen bis orangegelben Unterseite der terminalen Segmente der *Calopteryx*-♂♂, die sicher von Bedeutung ist als ein wichtiges Schauorgan, ein ‚Sema' (siehe auch dieselben Segmente in Karmin bei *Calopteryx haemorrhoidalis*)." Diese Bemerkung geht offenbar zurück unter anderem auf eine Notiz von WILLIAMSON [*2*], die in etwas freier Übersetzung lautet:

„Bei der nordamerikanischen *Calopteryx maculata* befindet sich am Abdomenende ventral ein deutlicher Fleck, der beim lebenden, voll ausgefärbten Männchen weiß leuchtet. Diese Stelle wird vom Männchen durch Biegung des Abdomens entfaltet, indem dessen Spitze aufwärts und vorwärts gebracht wird, wobei die Hinterflügel rasch flattern, die Vorderflügel aber unbewegt bleiben. Dadurch wird der weiß bestäubte Fleck dorsalwärts gekehrt und fällt auf, besonders zwischen dem prächtigen schwarzen Flügelgeflatter."

Kürzlich habe ich nun selbst noch einmal bei *Calopteryx splendens* (wohl subsp. *intermedia*) den oben beschriebenen Schwirrflug eines Männchens vor einem Weibchen beobachten können, wobei tatsächlich die helle Ventralseite des Abdomenendes bei Betrachtung des Tieres von hinten sichtbar wurde und gegen die dunklen Flügelteile stark kontrastierte. Bei *Calopteryx virgo* spricht PORTMANN [*3*] sogar von einer Schreck- und Trutzstellung zur Abwehr von Nebenbuhlern beim ruhenden Tier und vergleicht sie mit der des Abendpfauenauges; die Aufwärtskrümmung des Abdomens wird auch erwähnt, aber nicht der helle Ventralfleck.

TILLYARD [*4*] sagt von der australischen *Hemiphlebia mirabilis*: „Diese metallgrüne Libelle ist an grünen Riedgräsern fast unsichtbar außer ihren langen streifenartigen weißen Analanhängen, die (beim Männchen) im Aufwärtsklettern an einem Riedhalm durch Hochheben und seitliches Ausbiegen des Abdomens entfaltet werden als ein Zeichen für das Weibchen. Letzteres erwidert durch seitwärtige Bewegungen seines weißlichen Abdomenendes [*5*]."

Es sind also *verschiedene Teile* des Abdomenendes, die hell gefärbt sein können und als Schauorgan wirken. Wir wollen solche Gebilde am Abdomenende *Schlußlichter* nennen in Anlehnung an den verkehrstechnischen Begriff, der morphologisch nichts antizipiert. Solche Schlußlichter sind bei männlichen Libellen weit verbreitet, gelegentlich aber auch bei weiblichen anzutreffen, nur wissen wir kaum etwas über ihre Funktion, was daran liegen kann, daß die hellen Stellen meist dorsal liegen und dann nicht besonders bewegt zu werden brauchen, um sichtbar zu werden.

*) Herrn Prof. Dr. A. REICHENSPERGER zum 75. Geburtstag gewidmet.

Dorsale Schlußlichter treten als hypodermale Färbung des ♂ am 8. Abdomensegment bei unserer *Ischnura elegans*, des 8. und 9. Segments bei *Ischnura pumilio*, *Enallagma cyathigerum* und den meisten *Agrion*-Arten, des 9. und 10. Segments bei *Agrion Lindeni*, den zwei *Erythromma* und *Nehalennia speciosa* unter unseren einheimischen Zygopteren auf. Sogar im wesentlichen rotgefärbte Agrioniden, wie z. B. das neotropische *Oxyagrion terminale* (Name!) hat das 9. und 10. Segment blau gefärbt. Diese Färbungen bilden sich mit der Geschlechtsreife aus, ebenso wie die blaue Bereifung an denselben Segmenten der ♂ von *Lestes sponsa*, *dryas* und *virens*, nur von Segment 10 als weiße Bereifung bei *L. barbarus*. *L. viridis* hat die Bereifung nicht, aber seine oberen Analanhänge sind hell gefärbt, ebenso bei *Sympecma fusca*.

Weniger auffällig ist die Erscheinung bei Anisopteren. Das neuerdings auch in Deutschland gefundene *Orthetrum albistylum* verrät schon mit seinem Namen die Hellfärbung der analen Anhänge; auch andere *Orthetrum*-Arten, wie *O. stemmale*, *O. sabina* zeigen ähnliches. Bei *Leucorrhinia caudalis* und *L. albifrons* sind die oberen Anhänge und teilweise Endsegmente bei ♂ und ♀ weiß, und *L. pectoralis* trägt auf dem 7. Segment einen auffallenden zitronengelben Dorsalfleck in beiden Geschlechtern. Das ♂ der neotropischen *Aeschna cornigera* hat die Ventralseite des 9. und 10. Abdomensegments hellblau gefärbt.

Schauorgane sind auch die weißen Beugeseiten der Hinterschienen von *Rhinocypha fenestrella* [*6*] und der roten Streckseiten aller Schienen von *Libellago caligata* [*7*]. Weitere Beispiele nennt WILLIAMSON [*2*], der ihre Beziehung zum Geschlechtsleben betont. Die meisten haben eine Lagebeziehung zu den Genitalien; so liegen die Schlußlichter nahe dem Genitalporus; in Nähe der männlichen Begattungsorgane an der Abdominalbasis finden sich, meist dorsal, gelegentlich auch hell gezeichnete Stellen, sehr oft aber nur artcharakteristische Zeichnungsdifferenzierungen (*Agrion*, *Pseudagrion* usw.), die den mittleren, sexuell indifferenten Segmenten 4 bis 6 durchweg fehlen.

Literatur.

[*1*] SCHMIDT, E.: Die Tierwelt Mitteleuropas. Leipzig: Quelle & Meyer 1929. — [*2*] WILLIAMSON, E. B.: Proc. U. S. Nat. Mus. **28**, 175 (1904). — [*3*] PORTMANN, A.: Diss. Univ. Lörrach 1921, S. 46. — [*4*] TILLYARD, R. J.: Biology Drgfl. **1917**, 325. — [*5*] Ausführliches in Proc. Linn. Soc. N. S. Wales **37**, 463 (1913). — [*6*] LAIDLAW, F. F.: Fasc. Malayans **1903**, 169. — [*7*] PINHEY, E.: Transvaal Mus. Mem. **5**, 133 (1951).

Bonn, Mozartstraße 22.

Eingegangen am 16. September 1952.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Atmosphärische Staubtrübung und Dämmerungs-Anomalie.

Seit Anfang April 1953 beobachten wir auf unserer derzeitigen Station, Länge 17° 44′ Ost, Breite 19° 50′ Süd, fast täglich Ultracirren und eine außerordentliche Verstärkung der Dämmerungsfarben. Meist bildet sich ein oben scharf begrenztes rotes Segment aus, das am Abend absinkt, am Morgen aufsteigt. Die scharfe Begrenzung deutet auf eine dichte reflektierende Schicht von geringer vertikaler Ausdehnung hin. Die Höhe ergab sich aus Messungen am Abend des 6. Mai zu ungefähr 16 km. Stärke und Struktur wechseln von Tag zu Tag. Die Erscheinung wurde gegen Ende April auch in Swakopmund, 475 km von hier entfernt, bemerkt. Über die

Ursache, insbesondere ob es sich um Vulkanstaub handeln kann, ist hier nichts bekannt. Es wird gebeten, etwaige Beobachtungen der Sternwarte der Deutschen Akademie der Wissenschaften, (15b) Sonneberg in Thüringen, mitzuteilen.

Temporäre Station der Sternwarte Sonneberg, Farm Bergweide, PO Guchab, District Grootfontein, Südwest-Afrika.

Eingegangen am 27. Mai 1953. C. HOFFMEISTER.

Nachweis des achtzigjährigen Sonnenfleckenzyklus in alten Nordlichtbeobachtungen.

In einem Aufsatz, in dem die Bedeutung alter Aufzeichnungen über Nordlichterscheinungen für chronologische Zwecke hervorgehoben wird, gibt SCHOVE[1]) an, daß im 5. bis 7. Jahrhundert n. Chr. die Jahre 430, 441, ... 479, 490, 500, 511, 522, 532, ... 555, 566, 577, ... 643, 655, 664 durch besonders häufige Nordlichterscheinungen ausgezeichnet waren, und knüpft daran die Bemerkung, daß sich in diesen Zahlen der Einfluß des elfjährigen Sonnenfleckenzyklus zu erkennen gibt. Noch wichtiger und interessanter scheint mir indes die Tatsache zu sein, daß sich in den genannten Jahreszahlen neben dem von SCHOVE erwähnten, wohlbekannten elfjährigen Zyklus auch der bisher weniger bekannte und erforschte achtzigjährige Sonnenfleckenzyklus manifestiert, dessen Existenz, schon lange vermutet, erst in neuester Zeit nachgewiesen werden konnte[2]). Bildet man nämlich in jeder der in obiger Zusammenstellung nach SCHOVEs Vorbild durch Punkte voneinander getrennten Jahreszahlengruppen den Mittelwert, so erhält man die Werte 435,5, 505,7, 566,0, 654,0 und sieht, daß das mittlere Intervall zwischen diesen Werten annähernd 73 Jahre beträgt und daher der (bisher nur ungenau bekannten) Dauer des achtzigjährigen Fleckenzyklus nahekommt.

Observatorium der Universität Istanbul (Türkei).

Eingegangen am 1. Juni 1953. W. GLEISSBERG.

[1]) SCHOVE, D. J.: J. Brit. Archaeol. Assoc., III. Ser. **13**, 34 (1950).
[2]) GLEISSBERG, W.: Die Häufigkeit der Sonnenflecken, Kap. III. Berlin 1952.

Freie Grenzflächenenergie und Spannungsauslösung an spröden Körpern.

Bei der Schaffung neuer Oberflächen geht die freie spezifische Grenzflächenenergie γ fester Körper ein gemäß der Beziehung

$$\Delta A = \gamma \cdot \Delta O\,, \qquad (1)$$

wobei ΔA die Arbeit zur Schaffung der neuen Oberfläche ΔO ist. Diese mit Gl. (1) gegebene Wirkung grenzflächenaktiver Flüssigkeiten ist besonders eindrucksvoll bei dem sog. „Spalteffekt" an Glimmer nachgewiesen[1]).

Untersuchungen über die Wirkung von Flüssigkeiten beim technischen Glasschneiden ergaben nun, daß bei spröden Stoffen unabhängig von diesem Spalteffekt die lokalen, zur *Auslösung* des Bruches erforderlichen Spannungen eine Funktion der freien Grenzflächenenergie sind. Theoretisch bedeutet dieser „Auslösungseffekt", daß nicht nur die molekulare Zerreißfestigkeit M, — die nach SMEKAL[2]) gleich

$$M = \gamma \cdot E/r \qquad (2)$$

(E = Elastizitätsmodul; r = molekularer Wirkungsradius) ist —, sondern auch die technische Zerreißfestigkeit der freien Grenzflächenenergie proportional ist.

Die Beobachtung dieser Steuerung der Bruchauslösung durch eine Flüssigkeit gelingt in einer ganz bestimmten Phase des Schneidvorganges an Glas, die in Fig. 1 gezeigt ist. Neben einer senkrecht in das Glas gerichteten Kerbe treten seitlich unter der Oberfläche verlaufende Spalte auf, die eine lamellenartige Hochwölbung der Oberfläche verursachen, wobei das gesamte Kerbsystem starke Spannungen zeigt (Fig. 1, A). Bei höherem Schneiddruck dagegen muscheln die seitlichen Lamellen unter meist restlosem Verbrauch der gespeicherten Spannungen aus (Fig. 1, B). Der Druck, bei dem dieses mit dem Spannungsabbau verbundene „Abmuscheln" erfolgt, ist nun in ganz charakteristischer Weise von der benutzten Flüssigkeit abhängig. Bei gegen Glas aktiven (polaren) Flüssigkeiten[3]) findet er bei erheblich kleineren Drucken statt als bei inaktiven (unpolaren) Medien.

Einen Beleg für den Effekt bietet der empirisch ermittelte Zusammenhang zwischen Schneidwirkung (gemessen als Biegefestigkeit, bezogen auf die ursprüngliche Dicke der Probe) und Schneiddruck, wie z. B. Fig. 2. Bei kleinsten Schneiddrucken bewirken im Sinne des Spalteffektes und in Übereinstimmung mit Zerreißversuchen an Glas[4]) die aktiven Substanzen eine kleinere Biegefestigkeit als inaktive Flüssigkeiten. Bei höheren Drucken aber zeigen die Schnitte trocken und mit Alkohol einen früheren Wiederanstieg der Biegefestigkeit infolge frühzeitigen Spannungsabbaus durch Abmuscheln, während sich mit inaktiven Flüssigkeiten eine viel höhere Zugvorspannung in der Schnittkerbe erzielen läßt[5]).

Daß es sich hierbei um eine echte grenzflächenphysikalische Wechselwirkung zwischen Flüssigkeit und Festkörper

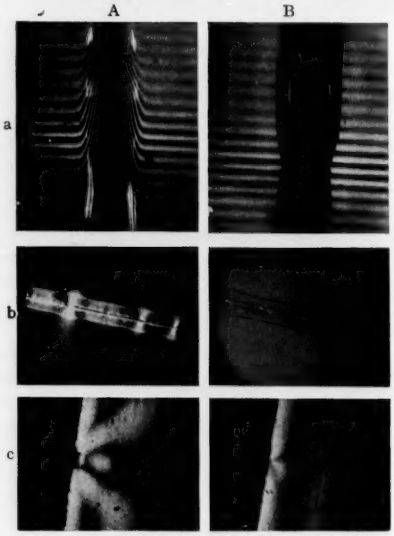


Fig. 1A u. B. Glasschnitt mit Silberstahl. A Mit 3170 g; B mit 3760 g Schneiddruck. a oben: Interferenzbild bei Aufsicht auf den Schnitt (~50mal); b Mitte: Aufsicht auf den Schnitt bei gekreuzten Nikols (24mal); c unten: Spannungshof unter der Kerbe bei Sicht in Schnittrichtung (24mal).

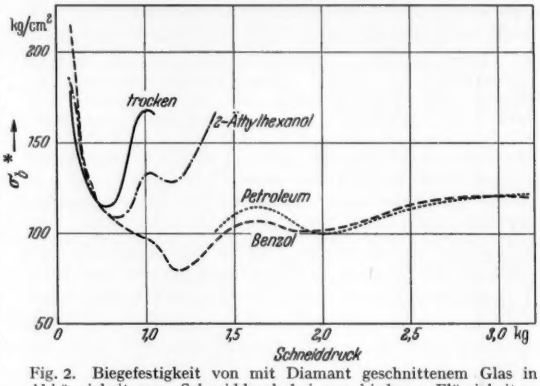


Fig. 2. Biegefestigkeit von mit Diamant geschnittenem Glas in Abhängigkeit vom Schneiddruck bei verschiedenen Flüssigkeiten.

unter Ausschluß von mit dem Schneidwerkzeug zusammenhängenden Vorgängen (Schmierwirkung) handelt, wird dadurch belegt, daß man die gleiche Flüssigkeitswirkung erzielt, wenn man die Flüssigkeit erst nachträglich, innerhalb einer Zeitspanne von 1 bis 3 sec, an den Schnitt bringt.

Witten a. d. Ruhr, Hauptlaboratorium der Deutschen Tafelglas AG. REMBERT RAMSAUER.

Eingegangen am 4. Mai 1953.

[1]) Zusammenfassend bei ENGELHARDT, W. v.: Naturwiss. **33**, 192 (1946). Ferner REHBINDER, P.: Z. Physik **72**, 191 (1931). — DERJAGIN, B., u. M. KUSSAKOW: Bull. Acad. Sci. USSR. **1936**. — RAMSAUER, R., u. K. L. WOLF: Chem.-Ing.-Techn. **1949**, 216.
[2]) SMEKAL, A.: VDI-Verfahrenstechn. **1937**, Nr. 1 u. 5.
[3]) Zur Grenzflächenaktivität an Glas vgl. RAMSAUER, R.: Glastechn. Ber. **22**, 205 (1949).
[4]) SMEKAL, A.: Ergebn. exakt. Naturwiss. **15** (1936) und weitere noch unveröffentlichte Messungen. Ferner STOCKDALE, C. F., F. V. TOOLEY u. C. W. YING: J. Amer. Ceram. Soc. **34**, 116 (1951).
[5]) Ausführlich über Auslösungseffekt und Glasschneiden demnächst in den Glastechnischen Berichten.

Elektrostatische Zerstäubung von Flüssigkeiten.

Es ist ein bekanntes Vorlesungsexperiment aus der Elektrizitätslehre, zu zeigen, wie ein genügend starkes elektrisches Feld eine Verkleinerung der Oberflächenspannung bei Flüssigkeiten hervorruft[1]). Tropft die Flüssigkeit aus einer Düse aus, so entsteht nach Anlegen eines elektrischen Feldes wieder ein glatter Strahl: das Feld wirkt der Oberflächenspannung entgegen.

Nach Versuchen des Verfassers kann man das Experiment eindrucksvoller gestalten, wenn die Öffnung der Düse (0,2 bis 0,4 mm ⌀) nach *oben* gerichtet ist und wenn die Flüssigkeit unter einem so geringen Druck gehalten wird, daß sie infolge der Kapillarkräfte zunächst nicht aus der engen Düse austritt. Legt man jetzt an die Düse eine Gleichspannung von 10 bis 20 kV (der andere Pol geerdet oder mit einem zur Düse konzentrischen Ring verbunden), so wird die Flüssigkeit aus der Düse herausgerissen und zerstäubt sehr fein.

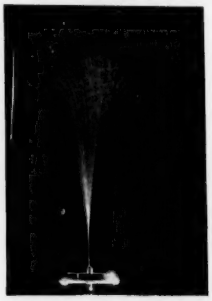


Fig. 1.

Fig. 1 zeigt eine solche Zerstäubung aus einer Düse mit einer Bohrung von 0,3 mm ⌀. Der nach oben gerichtete Strahl wird durch eine entgegengesetzt geladene Platte (links) angezogen.

Fig. 2.

Fig. 1. Aus einer Düse mit 0,3 mm ⌀ elektrostatisch zerstäubter Strahl von Benzol. Kein statischer Überdruck. = 14000 V; + Düse; — Außenring. Etwa $^1/_3$ natürlicher Größe.

Fig. 2. Benzolstrahl aus Schlitzdüse, 0,3 mm. Daten wie in Fig. 1.

In Fig. 2 wird eine ringförmige Düse mit 0,3 mm Schlitzweite verwendet. Nur mit einer derartigen Schlitzdüse lassen sich größere Mengen zerstäuben. Eine Parallelschaltung einzelner Düsen gemäß Fig. 1 führt nämlich nicht zum Ziel, weil sich die einzelnen Strahlen gegenseitig elektrostatisch abstoßen und damit zusammenfallen.

Zur Zerstäubung eignen sich sowohl leitende wie nichtleitende Flüssigkeiten (z. B. Wasser, Benzol). Je höher die Spannung bzw. Feldstärke, desto besser ist die Zerstäubung. Bei zu geringer Spannung „kriecht" die Flüssigkeit nur heraus, läuft an der Düse abwärts und bildet dort größere Tropfen. Dem kann man nur dadurch entgegenwirken, daß man die Düse nach unten richtet. Aber auch bei dieser Anordnung zerstäubt nicht jede Flüssigkeit, auch wenn ihre Oberflächenspannung und Viskosität klein ist. Xylol und Toluol z. B. sind fast nicht zu zerstäuben, sehr gut hingegen — bei sonst gleichen Bedingungen — Spiritus, Methanol, Trichloräthylen.

Es lassen sich *kleinste* Flüssigkeitsmengen aus entsprechend kleinen Düsen zerstäuben. So kann man z. B. die Düse unterhalb der „kalten Zone" (Kegel) einer Bunsenflamme anbringen und damit Lösungen für die Spektralanalyse zerstäuben. Dabei werden nur sehr geringe Mengen benötigt, und es ist bei entsprechender Ausbildung der Düse (Kapillare) möglich, diese kleinsten Mengen *restlos* zu zerstäuben: die Kapillare wird völlig entleert. Bei gegebener Düsengröße und gegebenem Überdruck läßt sich die in der Zeiteinheit zu zerstäubende Menge sehr bequem durch die Höhe der angelegten Spannung regeln. Da die zerstäubten Teilchen geladen sind, können sie mit Elektroden passender Polarität abgelenkt werden. Die „Elektronenoptik" läßt sich (für einfache Fälle) sichtbar machen. Der Stromverbrauch ist sehr gering, da die Flüssigkeitsteilchen sehr geringe Ladungsmengen abführen. Eine Messung der Stromstärke oder der Ladungsmenge erlaubt Rückschlüsse auf den zeitlichen Verlauf der Zerstäubung.

Jena, Boltzstraße 10.

HARALD STRAUBEL.

Eingegangen am 6. Mai 1953.

[1]) POHL, R. W.: Elektrizitätslehre, 13./14. Aufl., S. 42. Springer 1949.

Über den Einfangquerschnitt des Kohlenstoffisotops 13 für thermische Neutronen und eine Methode der Stickstoffbestimmung durch Aktivierung.

Wir haben nach einem „SZILARD-CHALMERS-Effekt" beim Einfang langsamer Neutronen durch den Kohlenstoff in Paraffinwachs gesucht. Es sollte also festgestellt werden, ob die Atome des Radiokohlenstoffs (^{14}C), die durch die (n, γ)-Reaktion am natürlichen Kohlenstoffisotop 13 entstehen, noch den Kohlenwasserstoffmolekeln angehören, oder ob sie in Folge der Energietönung beim Einfang der Neutronen in anderer chemischer Form vorliegen.

Voraussetzung für die Untersuchung ist, daß der Einfangquerschnitt des Isotops 13 keinen allzu kleinen Wert besitzt. Das aktive Isotop 14 kann nämlich auch durch den Einfang langsamer Neutronen durch natürlichen Stickstoff gemäß $^{14}N(n, p)^{14}C$ entstehen. Der Querschnitt dieser Reaktion ist beträchtlich [$1{,}7 \cdot 10^{-24}$ cm^2 = 1,7 barn[1])]. Nun kann die Anwesenheit von Stickstoff schon wegen des Luftgehalts der zu bestrahlenden Paraffinprobe nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Die Experimente können daher nur dann ein einwandfreies Ergebnis erbringen, wenn das Verhältnis $P = [^{13}C] \cdot \sigma_{C13}/[^{14}N] \cdot \sigma_{N14}$ keinen allzu kleinen Wert besitzt. Hier bezeichnen $[^{13}C]$ und $[^{14}N]$ die Konzentrationen (g/g) der beiden Kernarten, σ_{C13} und σ_{N14} die entsprechenden Wirkungsquerschnitte.

Paraffinwachs enthält etwa 85,6% an Gesamtkohlenstoff, oder 0,94% an dem Isotop 13. Der Stickstoffgehalt unserer Probe betrug (bestimmt nach der Methode von DUMAS) sicher weniger als 0,01%. Wenn nun tatsächlich, wie in der Literatur angegeben[2]), der Einfangquerschnitt des Kohlenstoffisotops 13 den bedeutenden Wert 0,1 barn (= 10^{-25} cm^2) besitzt, so ergibt sich, daß

$$P > 0{,}0094 \cdot 0{,}1/0{,}0001 \cdot 1{,}7 > 5{,}5.$$

Die Bestimmung des SZILARD-CHALMERS-Effektes wäre mit hinreichender Genauigkeit möglich.

Das Wachs wurde im Reaktor von Harwell bei einem mittleren thermischen Neutronenfluß (n) von $2 \cdot 10^{11}$ cm^{-2}sec^{-1} durch die Zeit (t) von 480 Std[3]) bestrahlt. Wäre der Einfangquerschnitt des Kohlenstoff 13 wirklich 0,1 barn, so hätte die Aktivität A (min^{-1}) den Wert

$$A = \sigma_{C13}[^{13}C] \cdot n \cdot t \cdot L \cdot \lambda/M = 0{,}1 \cdot 10^{-24} \cdot 0{,}0094 \times$$
$$\times 2 \cdot 10^{11} \cdot 1{,}73 \cdot 10^{6} \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 2{,}37 \cdot 10^{-10}/13 \sim 3600$$

pro g Wachs und min, wenn L die LOSCHMIDTsche Zahl, λ die Zerfallskonstante (min^{-1}) und M das Atomgewicht des Kohlenstoff 13 bedeutet. Für die Zerfallskonstante ist der von LIBBY[4]) bevorzugte Wert angenommen worden.

Die Aktivität wurde gemessen, indem ein Teil der bestrahlten Probe verbrannt und der Kohlenstoff aus etwa 7 mg Wachs in Form von Kohlendioxyd in ein Gas-GEIGER-Zählrohr eingefüllt wurde, in dem die Messung mit annähernd 100% Ausbeute erfolgt[5]). Es wurden insgesamt vier aktive Proben gemessen. Zwischendurch haben wir zur Kontrolle des Leerwertes inaktive Kohlensäureproben (erhalten entweder aus Natriumkarbonat oder durch Verbrennung von unbestrahltem Paraffinwachs) gemessen. Bei einer Gesamtzähldauer von 44 Std ergab sich für die Aktivität des bestrahlten Wachses der überraschend kleine Wert von $2{,}50 \pm 0{,}14$ Zerfällen pro 7 mg Wachs, also von etwa 360 Zerfällen pro g und min.

Es muß geschlossen werden, daß der Einfangquerschnitt des Kohlenstoffs 13 mindestens 10mal kleiner sein muß, als in der Literatur angegeben. Da nämlich bei $\sigma_{C13} = 0{,}01$ barn der Wert von P auf $> 0{,}55$ absinkt, kann nicht mehr ausgeschlossen werden, daß die beobachtete Aktivität zu einem Hauptteil durch den anwesenden Stickstoff hervorgerufen ist; der Wert von 0,01 barn muß daher als ein oberer Grenzwert angesprochen werden. Es folgt weiter, daß der Querschnitt des Isotops 13 höchstens doppelt so groß sein kann wie der des Isotops 12 [4,7 mbarn[1])], und daß das schwerere Isotop höchstens für etwa 2% des gesamten Einfangs thermischer Neutronen durch natürlichen Kohlenstoff verantwortlich gemacht werden kann[6]).

Die Bestimmung des SZILARD-CHALMERS-Effektes kann unter diesen Umständen nicht durchgeführt werden. Andererseits aber ergibt sich die Möglichkeit, kleine Stickstoffgehalte auch in Anwesenheit von Kohlenstoff analytisch durch Aktivierung der Probe im Reaktor, Zusatz von Kohlenstoffträger,

Verbrennung und Messung der Kohlensäure mit dem Gaszählrohr zu bestimmen. Das Verhältnis der Aktivierungsquerschnitte des natürlichen Stickstoffs und des natürlichen Kohlenstoffs beträgt nach unseren Messungen mindestens 17000. Die Bestimmungsmethode wäre äußerst empfindlich, da schon bei den gleichen Bestrahlungsbedingungen wie bei unseren Experimenten eine bequem meßbare Aktivität von 40 Stößen/min schon durch eine Stickstoffmenge von nur etwa 7 mg erzeugt werden muß. Beispielsweise könnte nach dieser Methode auch der Stickstoffgehalt von Metallproben bestimmt werden.

Wir danken unseren Kollegen Dr. W. PADOWETZ und Dr. H. WAGNER für die Durchführung der Analyse nach DUMAS.

II. Physikalisches Institut und I. Chemisches Laboratorium der Universität Wien. E. BRODA und G. ROHRINGER.

Eingegangen am 5. Mai 1953.

[1]) Siehe Zusammenstellung von F. AJZENBERG und T. LAURITSEN, Rev. Mod. Physics **24**, 321 (1952).

[2]) LANGSDORF jr., A. L., u. R. L. PURBRICK: 1945, zit. nach K. WAY, L. FANO, M. SCOTT u. K. THEW, Nuclear Data. Washington 1950.

[3]) Die Bestrahlungszeit ist nach Angabe der Kollegen in Harwell nur mit einer Genauigkeit von ±20% bekannt.

[4]) LIBBY, W. F.: Radiocarbon Dating. Chicago 1952.

[5]) ROHRINGER, G., u. E. BRODA: Z. Naturforsch. **8b**, 159 (1953).

[6]) Nach Abschluß unserer Experimente haben wir von Herrn Prof. A. LANGSDORF, Chicago, die freundliche briefliche Mitteilung erhalten, daß auch neuere Untersuchungen in seinem Laboratorium zu dem Ergebnis geführt haben, daß der Wert von 0,1 barn viel zu hoch liegt. Der hohe Wert war offenbar durch einen Stickstoffgehalt des Graphits vorgetäuscht worden, an dem die älteren Messungen ausgeführt worden waren. Wir danken Prof. LANGSDORF auch für den Hinweis auf die Zusammenstellung von AJZENBERG und LAURITSEN.

Über die Wellenlängenabhängigkeit der Leitfähigkeit von Cadmiumsulfid-Kristallen bei Bestrahlung mit Röntgenstrahlen und γ-Strahlen.

Die von R. FRERICHS[1]) beobachtete Änderung des elektrischen Leitvermögens von Cadmiumsulfid-Kristallen unter der Einwirkung von ionisierenden Strahlen bildet die Grundlage eines einfachen Dosismeßverfahrens der Radiumtherapie[2]).

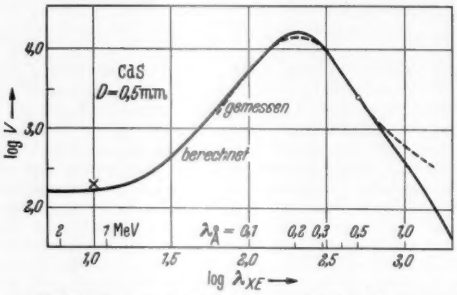


Fig. 1. Verhältnis von Kristallstrom zu Luftionisationsstrom in Abhängigkeit von der Wellenlänge.

Über die Abhängigkeit des Effektes von der Röntgenwellenlänge ist bisher außer einer orientierenden, mit spektral nicht zerlegter Strahlung durchgeführten Untersuchung von BROSER, OESER und WARMINSKY[3]) nichts bekannt; insbesondere ist die Frage offen, ob sich die Wellenlängenabhängigkeit durch die gleiche mathematische Beziehung[4]), der viele physikalische Wirkungen der Röntgenstrahlen (Ionisation, photographische Schwärzung, chemische Umsetzungen, Fluoreszenzlicht von organischen Kristallen usf.) gehorchen[5]), darstellen läßt.

An künstlich gezüchteten Cadmiumsulfid-Kristallen[6]) mit Dicken von 0,05 bis 0,5 mm wurde bei Verwendung spektral zerlegter Röntgenstrahlung die Stromstärke gemessen; im gleichen Strahlenbündel befand sich unmittelbar vor dem Kristall eine Luftionisationskammer mit Zellophanfenstern. Das so ermittelte Verhältnis von Kristallstrom zu Luftionisationsstrom ist für einen 0,5 mm dicken Kristall in dem Bereich von 1,5 bis 0,07 Å als gestrichelte Kurve in Fig. 1 eingezeichnet. Die Übereinstimmung mit den theoretisch berechneten Werten[4]) (ausgezogene Kurve) ist gut, abgesehen von dem ganz langwelligen Gebiet. Hier dürfte die Ursache in einer verschiedenen Empfindlichkeit der Oberflächenschicht des Kristalles zu suchen sein. Das Fehlen eines Empfindlichkeitssprunges an der Stelle der K-Absorptionskante des Cadmiums bei 0,46 Å ist darauf zurückzuführen, daß in dem relativ dicken Kristall praktisch die ganze Cadmium-Eigenstrahlung selbst wieder zur Absorption gelangt. Bei Messungen an einem nur 0,06 mm dicken Kristall tritt der Sprung in der Empfindlichkeit deutlich hervor.

Um einen Anschluß an das γ-Strahlengebiet zu gewinnen, wurden mit der γ-Strahlung eines Co^{60}-Präparates in 20 cm Abstand gleichzeitig die Ströme des CdS-Kristalles und eines an einen luftäquivalenten Szintillationszähler[7]) angeschlossenen Multipliers gemessen und mit den entsprechend ermittelten Werten für eine Röntgenstrahlung von 0,18 Å verglichen. Zur Erzielung des Elektronengleichgewichtes war bei den Messungen an Co^{60} eine Plexiglasschicht von solcher Stärke vorgeschaltet, daß die Messung an der Stelle der maximalen Intensität der Transitionskurve erfolgte. Der bei 1,2 MeV eingetragene Meßpunkt weicht nur wenig von der theoretischen Kurve ab.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß in dem Versuchsbereich von 1 Å Röntgenstrahlen abwärts bis zu γ-Strahlen von 1 MeV die Leitfähigkeitsänderung von Cadmiumsulfid-Kristallen denselben Gesetzmäßigkeiten gehorcht, wie sie früher für andere Röntgenstrahlenwirkungen gefunden worden sind; maßgebend ist der Betrag der auffallenden Strahlungsenergie, der in Photo- und COMPTON-Elektronenenergie verwandelt wird.

Stuttgart, Röntgeninstitut der Technischen Hochschule. G. FROHNMEYER, R. GLOCKER und D. MESSNER.

Eingegangen am 2. Mai 1953.

[1]) FRERICHS, R.: Naturwiss. **33**, 281 (1946). Ferner BROSER, I., u. R. WARMINSKY: Ann. Physik **7**, 6 (1950).

[2]) BROSER, I., H. OESER u. R. WARMINSKY: Z. Naturforsch. **5**, 214 (1950).

[3]) BECKER, I., K. E. SCHEER u. A. KÜBLER: Strahlenther. **88**, 34 (1952). — BROSER, I., H. OESER u. R. WARMINSKY: Strahlenther. **90**, 399 (1953).

[4]) GLOCKER, R.: Z. Physik **43**, 827 (1927); **46**, 764 (1928).

[5]) Vgl. z. B. GLOCKER, R.: Röntgen- u. Radiumphysik für Mediziner, S. 244ff. Stuttgart: Georg Thieme 1949.

[6]) Herrn Direktor Dr. K. MEYER und Herrn Dr. NESTLER von der AEG-Röntgenröhrenfabrik Berlin möchten wir auch an dieser Stelle für die Überlassung der Kristalle bestens danken.

[7]) BREITLING, G., u. R. GLOCKER: Naturwiss. **39**, 84 (1952). — Strahlenther. **88**, 1 (1952); **90**, 390 (1953). — BREITLING, G.: Z. angew. Physik **4**, 401 (1952).

Eigenschaften einer neuen Kernspuremulsion der Agfa K2-Platte.

In der Filmfabrik Agfa-Wolfen wurde eine neue Kernspuremulsion — die Agfa K2-Platte — entwickelt. Im folgenden geben wir die Ergebnisse einer Untersuchung der Eigenschaften der Emulsion bekannt.

Berechnet man unter Zugrundelegung der in Tabelle 1 angegebenen chemischen Zusammensetzung die Bremskraft der Emulsion, so zeigt sich, daß diese durchschnittlich 6% größer ist als die Bremskraft der Eastman Kodak NTA-Platte[1]).

Tabelle 1.

Element	Ag	Br	J	C	H	O	N	S
g/cm³	1,76	1,29	0,05	0,29	0,06	0,30	0,07	0,02

Meßpunkte der Energie-Reichweite-Beziehung wurden aus aus dem natürlichen radioaktiven Zerfall des Thoriums bzw. der Reaktion ^{14}N (n, p) ^{14}C gewonnen. Alle Meßpunkte zeigen eine gute Übereinstimmung mit den berechneten Energie-Reichweite-Kurven. Ein Vergleich mit den englischen Emulsionstypen[2]) zeigt, daß die Reichweiten in den Agfa-Emulsionen durchgehend etwa 2% unter den entsprechenden Werten der Ilford-Emulsionen liegen. Es muß hierbei jedoch berücksichtigt werden, daß die Energie-Reichweite-Kurven der Ilford-Platten in trockenen Emulsionen bestimmt worden sind, während die der deutschen Platten bei 60% relativer Luftfeuchtigkeit gelten.

Der Schrumpfungsfaktor, das ist das Verhältnis der Dicke der Emulsion während der Belichtung zur Dicke der entwickelten Schicht, wurde bei der nicht vorbehandelten Agfa K2-Platte zu 2,29 ± 0,05 bestimmt.

Eine Untersuchung des Abklingens des latenten Bildes, des sog. Fadings der Emulsion, zeigt, daß der Fadingkoeffizient $F = (N_0 - N)/N_0$ nach 50 Tagen einen Wert von etwa 0,15 hat. N_0 ist die Kornzahl einer Spur gegebener Länge nach unmittelbarer Entwicklung und N die Kornzahl nach einer Lagerungszeit t zwischen Exposition und Entwicklung. Die Messungen wurden an Protonenspuren durchgeführt. Während der Lagerung betrug die Raumtemperatur 18 bis 23° C und die relative Luftfeuchtigkeit 40 bis 55%.

Durch Korndichtemessungen an langen Protonen- und μ-Mesonenspuren und Kombinierung mit den entsprechenden Energieverlusten ist die in Fig. 1 gezeichnete Korndichte-Energieverlust-Kurve erhalten worden.

Die durch + + + markierten Punkte sind durch Messungen an μ-Mesonen und die durch • • • markierten Punkte durch Messungen an Protonen erhalten worden. Zum Vergleich sind die von Brown und Mitarbeitern[3]) gemessenen Kurven in Kodak NT 4- und Ilford C 2-Platten eingetragen.

Zur Bestimmung der Empfindlichkeit der Agfa K 2-Platte wurden Elektronenspuren untersucht. Es zeigt sich, daß die Platte Elektronen bis zu etwa 80 keV so aufzeichnet, daß die

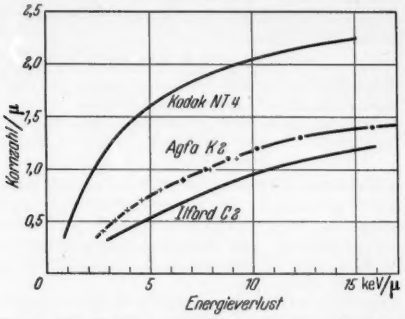


Fig. 1. Korndichte als Funktion des Energieverlustes.

Spur noch klar im Kornschleier zu erkennen ist. Damit ergibt sich die maximal von der Platte aufgezeichnete Geschwindigkeit eines einfach geladenen Teilchens zu $\beta = v/c = 0{,}49$.

Eine ausführliche Darstellung erscheint in der Zeitschrift für wissenschaftliche Photographie, Photophysik und Photochemie.

Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Institut Miersdorf, Miersdorf bei Zeuthen.

K. Lanius.

Eingegangen am 2. Mai 1953.

[1]) Webb, J. H.: Physical Rev. **74**, 511 (1948).
[2]) Rotblat, J.: Nature [London] **165**, 387 (1950); **167**, 550 (1951).
[3]) Brown, R., U. Camerini, P. H. Fowler, H. Muirhead, C. F. Powell u. D. M. Ritson: Nature [London] **163**, 82 (1949).

Über die morphologische Struktur bei festen Körpern mit Fadenmolekülen.

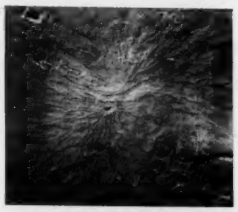
Die beim Erstarren einer Schmelze aus fadenförmigen Makromolekülen oder beim Eindampfen einer Lösung mit Fadenmolekülen entstehenden kristallinen und nichtkristallinen Bezirke sind bekanntlich von submikroskopischer Größe. In der Regel sind diese Bereiche in höhere, mikroskopisch erkennbare Einheiten, nämlich in Sphärolithe, eingeordnet, deren Entstehungsbedingungen trotz zahlreicher Arbeiten[1]) noch keineswegs befriedigend geklärt sind. Wir geben hier einige elektronenmikroskopische Aufnahmen des übermolekularen Ordnungszustandes in Systemen aus Perlon L (Polyaminocapronsäure) wieder.

Fig. 1a zeigt ein Bild der wabenförmigen Anordnung von kleinen Sphärolithen von ungefähr 2 μ Durchmesser in einem Perlonblock (angeätzte Schnittfläche), deren Einzelheiten im gewöhnlichen Polarisationsmikroskop nur unvollkommen aufgelöst werden, wodurch der Eindruck einer körnigen Struktur entsteht, wie wir sie bei Perlon nach geeigneter Wärmebehandlung gefunden haben[2]). Die bekannten, im gewöhnlichen Mikroskop leicht beobachtbaren Sphärolithe mit etwa 20 bis 30 μ Durchmesser haben wir zunächst im Elektronenmikroskop nicht finden können. Erst als wir Bruchflächen von massiven Stücken untersuchten[3]), gelang es, auch große Sphärolithe einzeln zu erkennen (s. Fig. 1b).

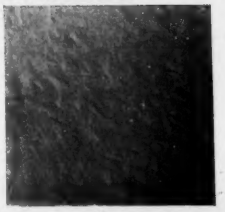
Es gelang auch, ein im Lichtmikroskop besonders feinkörnig erscheinendes Präparat zu erzeugen, das im Elektronenmikroskop keine Sphärolithe mehr zeigte, sondern nur noch bündelartige Gebilde enthielt (s. Fig. 1c).

Die Fig. 2 zeigt Sphärolithe, die durch Eintrocknen verdünnter Lösungen von Polycaprolactam in Ameisensäure entstanden sind. Auch hier erkennt man wieder die wabenartige Struktur. Die hellen Randlinien zwischen den Sphärolithen sind Stellen geringerer Dichte und beruhen wohl zum Teil darauf, daß die wachsenden Sphärolithe mit ihren dichteren kristallinen Anteilen Substanz an sich heranziehen. Außerdem

a

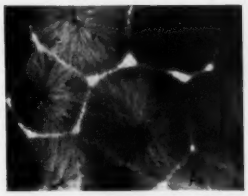


b



c

Fig. 1a—c. Sphärolithe in Perlonblöcken (Plexiglas SiO-Abdruck). a Wabenbildung aus kleinen Sphärolithen von etwa 2 μ Durchmesser; el. op. 3800:1; Fig.-Nr. 9359/52. b Großer Sphärolith in einer Bruchfläche; el. op. 3500:1; Fig.-Nr. 19/53. c Probe mit bündelartigen Gebilden ohne eigentliche Sphärolithe; el. opt. 6700:1; Fig.-Nr. 1801/53.



a

b

c

Fig. 2a—c. Sphärolithe, die durch Eintrocknen verdünnter Lösungen von Perlon in Ameisensäure auf einer SiO-Unterlage entstanden sind. a Wabenbildung; el. opt. 3800:1; Fig.-Nr. 798/53. b Sphärolithe verschiedener Größe; el. opt. 3800:1; Fig.-Nr. 794/53. c Einzelner Sphärolith aus besonders verdünnter Lösung, 0,05%; schräg bedampft; el. opt. 3800:1; Fig.-Nr. 1045/53.

werden sich die „gitterfremden" Lösungsmittel- und Laktammoleküle am Rande des wachsenden Sphärolithen anreichern, allmählich vorgeschoben werden und schließlich weitgehend verdampfen. Da, wo drei Begrenzungslinien zusammenstoßen, ist die Dichte besonders klein. Die Fig. 2c zeigt einen einzelnen, aus einer besonders verdünnten Lösung gewachsenen Sphärolithen.

Den unsymmetrischen Charakter des Sphärolithkerns sieht man besonders gut an den Fig. 2b u. c, die deutlich erkennen lassen, wie auf einen anfänglichen, mehr oder weniger gerichteten Wachstumsvorgang ein zweiter folgt, der zu der bekannten radialfaserigen Struktur der Sphärolithe führt. Während der Kernaufbau noch die unmittelbare Folge der statistischen Unordnung der Schmelze ist und seine Vorzugsrichtung durch diejenige der zufällig vorhandenen örtlichen Nahordnung bestimmt wird, entsteht die radialfaserige Struktur wesentlich dadurch, daß, ähnlich wie bei der Stengel- und Transkristallisation[4]) von einer Oberfläche her, die wachsenden geordneten Bereiche sich gegenseitig Substanz wegnehmen. Auf die Kinetik der Sphärolithbildung soll an anderer Stelle eingegangen werden[5]).

Da die Radialfasern in unseren Aufnahmen sicher keine Bündel von parallelen Molekülketten darstellen — die Fadenmoleküle sind bekanntlich in Sphärolithen bevorzugt tangential angeordnet —, wollen wir diese Fasern nicht als „*Fibrillen*" bezeichnen und diese Bezeichnung nur dann gebrauchen, wenn wirklich, wie z. B. in nativen Fasern, Bündel mit parallelisierten Molekülketten vorliegen.

Aus dem Physikalischen Laboratorium der Farbenfabriken Bayer, Uerdingen, und dem Rheinisch-Westfälischen Institut für Übermikroskopie, Düsseldorf.

H. A. Stuart, U. Veiel und M. Hartmann-Fahnenbrock.

Eingegangen am 2. Mai 1953.

[1]) Siehe z. B. Jenckel, E., u. Mitarb.: Z. Elektrochem. **53**, 4 (1949). — Kolloid-Z. **118**, 86 (1950); **129**, 19 (1952). — Brennschede, W.: Kolloid-Z. **119**, 36 (1950). — Price, F. P.: J. Amer. Chem. Soc. **74**, 311 (1952).

[2]) Stuart, H. A., u. U. Veiel: Kunststoffe **43** (1953).

[3]) Dazu wurden massive Stücke durch Kühlung mit flüssiger Luft so spröde gemacht, daß sie leicht zersprangen.

[4]) Vgl. Jenckel, E., E. Teege u. W. Hinrichs: Kolloid-Z. **129**, 19 (1952).

[5]) Stuart, H. A., u. U. Veiel: Erscheint in der Kolloid-Z.

Über die angebliche cis-trans-Isomerie beim Eisen (II)-Komplex der Chinaldinsäure.

Nach H. Skraup[1]) reagiert Eisen (II)-sulfat mit einer wäßrigen Lösung von chinaldinsaurem Natrium unter Rotfärbung und Ausscheidung rotvioletter Nadeln. Wie P. Ray und M. K. Bose[2]) beobachtet haben, bildet sich dabei „zuerst ein dunkelroter, ziemlich löslicher Niederschlag, der schnell, besonders bei Temperaturerhöhung, in eine schwer lösliche, blauviolette Modifikation übergeht". Die Verfasser geben an, daß eine Isolierung der roten Verbindung wegen ihrer großen Umwandlungstendenz in die blauviolette nicht möglich gewesen sei. Sie halten die beständige blauviolette Substanz für die trans-Form [I], die unbeständige rote Verbindung für die cis-Form [II] des Di-chinaldinato-eisen (II)-Komplexes:

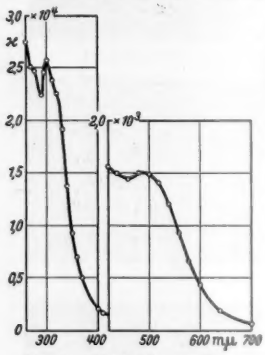
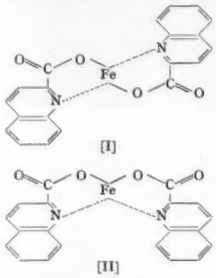


Fig. 1. Absorptionsspektrum (lichtelektrisch gemessen) von Di-chinaldinato-eisen (II) in Chloroform.



Wenn diese Auffassung richtig ist, so sollte das Di-chinaldinato-eisen (II) entsprechend der Koordinationszahl 4 des Zentralatoms planen Bau haben und ein Durchdringungskomplex sein, für den sich nach der Theorie von L. Pauling[3]) ein magnetisches Moment von $\mu_{eff} = 2{,}83$ Bohrschen Magnetonen berechnet. Das Auftreten einer cis-Form ist nämlich bei alleiniger Annahme der elektrostatischen Bindungskräfte eines Normalkomplexes nicht zu erwarten.

Zur Entscheidung haben wir die blauviolette „Form" nach Ray und Bose[2]) dargestellt und zunächst gefunden, daß hier nicht das Pentahydrat, sondern das Dihydrat des Di-chinaldinato-eisens (II) der Zusammensetzung $C_{20}H_{12}O_4N_2Fe \cdot 2\,H_2O$ (Mol.-Gew. 436,2: Ber. C 55,03, H 3,68, N 6,42, Fe 12,78; Gef. C 54,82, H 4,03, N 6,71, Fe 12,58) vorliegt. Die magnetische Messung, welche wir Herrn Dr. K. H. Hausser verdanken, hat eine molare Suszeptibilität von $10\,200 \cdot 10^{-6}$ entsprechend einem Wert von $\mu_{eff} = 4{,}90$ Bohrschen Magnetonen ergeben. Dieser Wert stimmt theoretisch überein mit dem für einen Normalkomplex des zweiwertigen Eisens berechneten. Eine cis-trans-Isomerie war danach unwahrscheinlich und die Aufklärung des Unterschiedes zwischen roter und blauvioletter Verbindung nur durch Ermittlung der Konstitution der roten, „unbeständigen" Substanz zu erwarten.

Wir haben festgestellt, daß die rote Fällung unmittelbar nach ihrer Bildung mit Chloroform ausschüttelbar ist, sich bei Ausschluß von Wasser und Luftsauerstoff stabil verhält und in Nadeln kristallisiert. Die roten Kristalle haben die Zusammensetzung $C_{20}H_{12}O_4N_2Fe$ (Mol.-Gew. 400,2: Ber. C 60,02, H 3,02, N 7,00, Fe 13,95; Gef. C 59,94, H 3,10, N 6,93, Fe 14,00). Sie zeigen, in Chloroform gelöst, Absorptionsmaxima bei $\lambda = 300$ und 490 mμ (Fig. 1). Unpolare Lösungsmittel für das blauviolette Dihydrat wurden nicht gefunden. In polaren Lösungsmitteln erhält man stets das Spektrum der roten Verbindung, deren molare Suszeptibilität die gleiche wie die der blauvioletten Substanz ist. Die blauvioletten Nadeln des Dihydrates entstehen beim Behandeln der roten Nadeln mit Wasser und gehen beim Erwärmen auf 100° im Vakuum (0,2 Torr, P_2O_5, Stickstoffatmosphäre) wieder in die rote, wasserfreie Substanz über.

Die beiden verschieden farbigen Di-chinaldinato-eisen (II)-Komplexe sind danach nicht die cis-trans-Isomeren eines Durchdringungskomplexes, sondern stehen im Verhältnis eines Normalkomplexes mit der Koordinationszahl 4 (rot) zu dem durch Aufnahme von 2 Mol Wasser gebildeten Normalkomplex mit der Koordinationszahl 6 (blauviolett).

Für ein Herrn Bayer gewährtes Stipendium danken wir der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung, Heidelberg, Institut für Chemie.

Hans-Joachim Bielig und Ernst Bayer.

Eingegangen am 27. April 1953.

[1]) Skraup, H.: Mh. Chem. **7**, 210 (1886).

[2]) Ray, P., u. M. K. Bose: Z. analyt. Chem. **95**, 400 (1933).

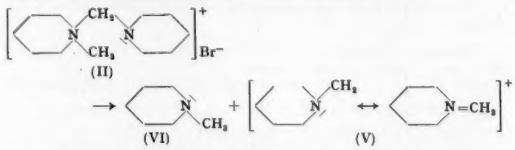
[3]) Pauling, L.: J. Amer. Chem. Soc. **53**, 1391 (1931).

Über monoquartäre Ammoniumsalze der Methylendiamin-Reihe.

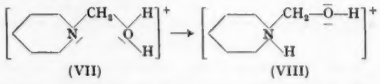
Durch Umsetzung von Bis-piperidino-methan (I) und Methylbromid in Äther gelang bei sorgfältigstem Wasserausschluß die Darstellung von N-Methylenpiperidino-N-methylpiperidinium-bromid (II) als erstem monoquartärem Salz der Methylendiamin-Reihe.

In Berührung mit Wasser zerfällt (II), und Formaldehyd, Piperidino-methanol (III), Bis-piperidino-methan (I) sowie N-Methyl-piperidin-hydrobromid (IV) sind nachzuweisen, nicht aber Piperidin oder sein Hydrobromid. Hieraus und einer Reihe von Modellversuchen schließen wir auf folgenden Reaktionsmechanismus:

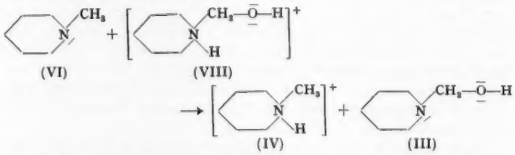
1. Das Kation von (II) zerfällt in N-Methylpiperidin (VI) und das resonanzstabilisierte Carbeniumion (V)[1])



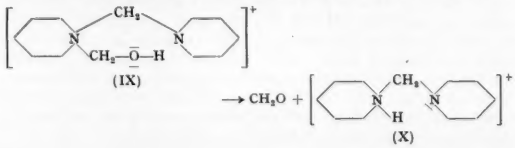
2. Durch Anlagerung von Wasser bildet (V) das Oxoniumion (VII), das unter Protonenwanderung zum Ammoniumion (VIII) umgelagert wird.



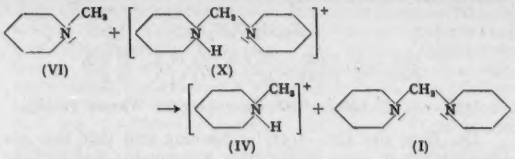
3. (VIII) gibt ein Proton an (VI) ab und Piperidino-methanol (III) wird frei.



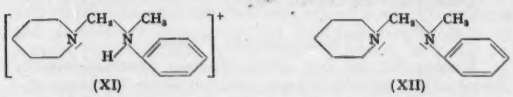
4. Später gebildete Carbeniumionen (V) können statt mit Wasser auch mit (III) reagieren, wobei (IX) gebildet wird, das unter Abspaltung von Formaldehyd in (X) übergeht.



5. Unter Protonenaustausch reagiert (X) mit (VI) zu Bis-piperidino-methan (I).

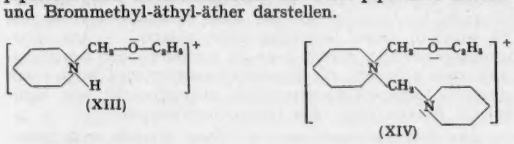


Analog verlaufen andere Solvolysen von (II). Mit N-Methyl-anilin bildet (V) z. B. (XI), das sich mit (VI) sowie überschüssigem Methylanilin unter Freisetzung von N-Methyl-anilino-piperidino-methan (XII) ins Gleichgewicht setzt.

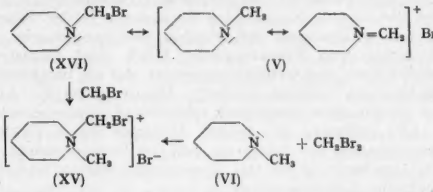


(XII) entsteht auch bei der Solvolyse von (II) mit einem Methylanilin-Wasser-Gemisch (1:40), weil Stickstoff stärker zur Anlagerung von (V) und Bildung der Oniumverbindung neigt als Sauerstoff.

In wasserfreiem Äthanol führt die Solvolyse von (II) über (V) zum Hydrobromid des N-Äthoxymethyl-piperidins (XIII), das sich mit (VI) unter Freisetzung der Base ins Gleichgewicht setzt. Letztere kann gleichfalls mit (V) reagieren zu N-Methylenpiperidino-N-äthoxymethyl-piperidinium-bromid (XIV). Die aus dem Reaktionsgemisch isolierten Bromide von (XIII) und (XIV) ließen sich andererseits auch aus N-Äthoxymethyl-piperidin und Bromwasserstoff bzw. Bis-piperidino-methan und Brommethyl-äthyl-äther darstellen.



Die Umsetzung von (I) und Methylbromid in wasserhaltigem Äther oder in Alkohol liefert an Stelle von (II) die Solvolyseprodukte und daraus sekundär entstandene Stoffe wie N-Dimethyl-piperidinium-bromid, Piperidin und sein Hydrobromid, N-Methyl-N-brommethyl-piperidinium-bromid (XV) u. a. m. Die Bildung von (XV), das auch aus (VI) und Methylenbromid zu gewinnen ist, deuten wir durch Zusammentreten von (V) und Bromion zu α-halogeniertem Amin (XVI), das mit überschüssigem Methylbromid weiterreagiert.



Einzelheiten dieser Untersuchung werden a. a. O. wiedergegeben[2]).

Pharmazeutisch-Chemisches Institut der Universität Marburg a. d. Lahn.

Horst Böhme und Norbert Kreutzkamp.

Eingegangen am 11. Mai 1953.

[1]) Vgl. Liebermann, S. V., u. E. C. Wagner: J. org. Chemistry 14, 1001 (1949).
[2]) Sitzgsber. Ges. Beförd. ges. Naturwiss. Marburg.

Notiz über die Darstellung von 2.4-Dimethoxy-2′.4′-diäthoxybenzophenon.

Während die Umsetzung von aliphatischen Säureanhydriden mit Phenoläthern nach Friedl Crafts von R. Adams[1]) beschrieben wurde, sind ähnliche Reaktionen aromatischer Säureanhydride mit Phenoläthern nicht bekannt. Es sollte daher versucht werden das 2.4-Dimethoxy-2′.4′.-diäthoxybenzophenon durch Umsetzung von 2.4-Dimethoxybenzoesäureanhydrid und Resorcindiäthyläther zu erhalten. Als Ausgangsmaterial zur Darstellung des 2.4-Dimethoxybenzoesäureanhydrids diente 2.4-Dimethoxybenzonitril.

2.4-Dimethoxybenzonitril wurde nach Karrer[2]) durch Umsetzung von Resorcindimethyläther mit Bromcyan und Aluminiumchlorid nur in geringer Ausbeute (15%) erhalten. Nach Liebermann[3]) erhält man aber durch Umsetzung von Resorcindimethyläther mit flüssiger Blausäure unter Einleiten von Chlorwasserstoff und anschließender Hydrolyse 2.4-Dimethoxybenzaldehyd und daraus mit Hydroxylaminchlorhydrat 2.4-Dimethoxybenzaldoxim in quantitativer Ausbeute. Es gelang nun, durch Wasserabspaltung mittels Acetanhydrid aus 2.4-Dimethoxybenzaldoxim 2.4-Dimethoxybenzonitril in ebenfalls quantitativer Ausbeute darzustellen. Aus Alkohol umkristallisiert wurde 2.4-Dimethoxybenzonitril in farblosen Kristallen vom F. 96° erhalten (Mol.-Gew. 163,17, N ber. 8,58, gef. 8,26). Der Schmelzpunkt liegt also um 6° höher, als seinerzeit von Karrer[2]) angegeben. Durch Verseifung des Nitrils wird 2.4-Dimethoxybenzoesäure erhalten, die mit Thionylchlorid in Äther und Pyridin nach R. Robinson[4]) 2.4-Dimethoxybenzoesäureanhydrid ergab.

Durch Umsetzung von 1 Mol 2.4-Dimethoxybenzoesäureanhydrid mit 1 Mol Resorcin-diäthyläther und 2 Mol Aluminiumchlorid konnte 2.4-Dimethoxy-2′. 4′-diäthoxybenzophenon in schwach gelblich gefärbten Kristallen vom F. 99° (aus Alkohol) in 45%iger Ausbeute erhalten werden (Mol.-Gew. 330,36, C ber. 69,06, gef. 68,64, H ber. 6,71, gef. 6,81).

Organisch-Chemisches Institut der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg.

Horst Baganz und Ines Paproth.

Eingegangen am 1. Juni 1953.

[1]) Adams, R., u. C. R. Noller: J. Amer. Chem. Soc. 46, 1889 (1924).
[2]) Karrer, P., A. Rebmann u. E. Zeller: Helv. chim. Acta 3, 270 (1920).
[3]) Liebermann, C., u. S. Lindenbaum: Ber. dtsch. chem. Ges. 41, 1612 (1908).
[4]) Robinson, R., u. K. Venkataraman: J. Chem. Soc. [London] 1, 63 (1929).

Sind Cholinesterasen Sulfhydrylfermente?

Die Cholinesterasen werden verschiedentlich zu den Sulfhydrylfermenten gerechnet[1]),[2]),[3]), die in der SH-Form aktiv und in der SS-Form inaktiv sind. Auf Grund dieser Annahme wird in einigen Arbeiten auf einen durch Oxydation und Reduktion gesteuerten Abbau des Acetylcholins (ACh) geschlossen[4]), und daraus werden weitgehende Schlußfolgerungen bezüglich der Erklärung bestimmter cholinergischer Effekte gezogen[5]).

Bei Untersuchungen über die Abhängigkeit der Aktivität der Acetylcholinesterase (AChE) vom Reduktionspotential stießen wir jedoch auf Befunde, die mit der Annahme, daß die AChE ein SH Ferment sei, nicht in Einklang zu bringen sind. In Anbetracht der Wichtigkeit dieser Frage haben wir eingehend zu klären versucht, ob die Aktivität der AChE von SH-Gruppen abhängt oder nicht.

Als Fermentpräparat wurde nach Mounter und Whittaker[6]) gereinigte AChE aus menschlichen Erythrozyten verwandt. Die Aktivität des Fermentes wurde in bekannter Weise in der Barcroft-Apparatur (Warburgsche Modifikation) nach Ammon[7]) mit ACh—HCl als Substrat bestimmt. In einer Anzahl von Versuchen wurde außerdem die Elektro-Titrationsmethode nach Glick[8]) benutzt.

Mit Hilfe der heute bekannten spezifischen Reagenzien für Protein-SH-Gruppen) ist der Nachweis einer für die Fermentaktivität wichtigen SH-Gruppe mit größerer Sicherheit möglich, als es bisher der Fall war. Zur Inaktivierung der SH-Gruppen verwandten wir zunächst Jodosobenzoat und Ferricyanid als Oxydationsmittel, Jodacetat zur Alkylierung und p-Chloromercuribenzoat zur Mercaptidbildung, wobei zu erwarten war, daß sowohl „frei reagierende" (free reacting) wie „träge" (sluggish) SH-Gruppen erfaßt werden konnten. Diese Reagenzien hatten jedoch bis zu einer Konzentration von $1 \cdot 10^{-2}$ m und 1 bis 2stündiger Einwirkungszeit keinen erkennbaren Einfluß auf den Verlauf der ACh-Spaltung, wodurch weitgehend ausgeschlossen wird, daß die Aktivität des Fermentes wesentlich von SH-Gruppen abhängig ist.

In Widerspruch hierzu standen anfangs die Ergebnisse, die wir mit Natriumarsenit als Hemmstoff erhielten, von dem man seit den Arbeiten Voegtlins[10]) weiß, daß es mit den SH-Gruppen der Proteine eine Mercaptidbindung eingehen kann. Wir stellten in unseren Versuchen noch deutliche Hemmungen des Fermentes (30%) mit Arsenitkonzentrationen

von $2 \cdot 10^{-4}$ m fest. Die gleichen Ergebnisse haben vor uns THOMPSON[2]) mit einem ungereinigten Gehirncholinesterasepräparat und MASSART und DUFAIT[11]) mit der Serumcholinesterase erhalten.

Zur Klärung dieser Widersprüche wurde daher eine eingehende Untersuchung der Arsenithemmung unserer AChE angestellt. Wir fanden dabei, daß durch Zusatz von Arsenit völlig vergiftete Fermentansätze sich bereits durch 24stündige Dialyse gegen destilliertes Wasser vollständig reaktivieren ließen, was gegen eine feste Mercaptidbindung spricht.

Bei Verwendung einer organischen dreiwertigen Arsenverbindung (m-amino-p-hydroxy-phenyl-arsenoxyd, Mapharsen) sind, um eine gleich große Hemmung zu erreichen, wie sie durch Arsenit erfolgt, um zwei Zehnerpotenzen höhere molare Konzentrationen erforderlich, obwohl nach der Literatur[12]),[13]) das Gegenteil zu erwarten wäre.

Verwandten wir an Stelle von Natriumarsenit die analogen Verbindungen der Metalloide Selen und Tellur (Natriumselenit und Natriumtellurit), welche gleichfalls Mercaptidbildner sind[14]), so blieb die Hemmung der ACh-Spaltung selbst bei Verwendung von Konzentrationen in der Größe $1 \cdot 10^{-2}$ m aus.

Die Hemmung der AChE durch Natriumarsenit scheint daher nicht auf dem Wege der Mercaptidbildung mit einer für die Fermentaktivität wichtigen SH-Gruppe zustande zu kommen.

Wie die folgenden Versuche zeigen, liegt der Angriffspunkt des Arsenits offenbar am „aktiven Zentrum" der AChE.

Bei gleicher Arsenit- und verschiedener Substratkonzentration wird die Spaltung des ACh um so mehr gehemmt, je kleiner die zugesetzten ACh-Mengen sind. Es handelt sich demnach um eine kompetitive Hemmung, womit wahrscheinlich gemacht wird, daß Arsenit und ACh an der gleichen aktiven Gruppe des Fermentes angreifen.

Einen weiteren Beweis hierfür lieferten Versuche mit einem Hemmstoff aus der Reihe der Alkylphosphate (p-Nitrophenoldiäthylphosphat „Mintacol", *Bayer*), die bekanntlich eine Phosphorylierung des aktiven Zentrums der Cholinesterase verursachen. Es gelingt nämlich, die AChE durch vorherige Behandlung mit Arsenit vor der irreversiblen Hemmung mit p-Nitrophenol-diäthylphosphat weitgehend zu schützen. Mit Arsenit gehemmte und danach mit $1 \cdot 10^{-5}$ p-Nitrophenoldiäthylphosphat behandelte Fermentlösungen können nach dem Herausdialysieren der beiden Stoffe bis zu 85% ihrer anfänglichen Aktivität wieder erreichen, während Fermentlösungen ohne vorherigen Arsenitzusatz durch p-Nitrophenoldiäthylphosphat vollständig und irreversibel gehemmt werden. Durch nachträgliche Dialyse sind sie nicht mehr zu enthemmen.

Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität Greifswald. FRITZ MARKWARDT.

Eingegangen am 26. Mai 1953.

[1]) NACHMANSOHN, D., u. E. LEDERER: Bull. Soc. Chim. biol. **21**, 797 (1939).
[2]) THOMPSON, R. H. S.: Biochemic. J. **42**, 337 (1948).
[3]) GORDON, J. J., u. J. H. QUASTEL: Biochemic. J. **42**, 337 (1948).
[4]) BERSIN, TH.: Kurzes Lehrbuch der Enzymologie. Leipzig 1951.
[5]) ALBUS, G.: Z. exper. Med. **108**, 592 (1940).
[6]) MOUNTER, L. A., u. V. P. WHITTAKER: Biochemic. J. **47**, 525 (1950).
[7]) AMMON, R.: Pflügers Arch. **233**, 486 (1933).
[8]) GLICK, D.: Biochemic. J. **31**, 521 (1937).
[9]) Literatur siehe bei BARRON, E. S. G.: Advances in Enzymology **11**, 201 (1951).
[10]) VOEGTLIN, C., H. A. DYER u. C. S. LEONARD: U.S. Publ. Health Rep. **38**, 1882 (1923).
[11]) MASSART, L., u. R. DUFAIT: Enzymologica **6**, 282 (1939).
[12]) BARRON, E. S. G., u. T. P. SINGER: J. of Biol. Chem. **157**, 221 (1945).
[13]) COLLET u. Mitarb.: J. of Biol. Chem. **58**, 793 (1923); **82**, 429 (1929); **100**, 271 (1937).
[14]) BERSIN, TH.: Z. physiol. Chem. **222**, 177 (1933).

Raupin, ein neues Alkaloid aus Rauwolfia serpentina.

Bei der Untersuchung der Wirkstoffe von Rauwolfia serpentina BENTH.[1]) haben wir ein neues Alkaloid aufgefunden, das wir als *Raupin* bezeichnen. Das neue Alkaloid, das sich als Phenolbase erweist, enthält 1 Sauerstoffatom mehr als Ajmalin und ist mit Ajmalinin isomer. Es erscheint aus Äthanol in feinen, weißen Nadeln vom Schmp. 325° (Zers.); Hydrochlorid aus Wasser Schmp. 239°.

$C_{20}H_{26}O_3N_2$

Ber.: C 70,2, H 7,6, O 14,0, N 8,2,
Gef.: C 70,41, H 7,7, O 13,7, N 8,5.

$[\alpha]_D^{20} = +63^0$ (2%ig, mit Essigsäure in Wasser gelöst).

Die Base gibt eine Acetylverbindung und läßt sich mit Diazomethan in einen Methyläther überführen. Ausführliche Mitteilung erfolgt an anderer Stelle.

Pharmazeutisch-Chemisches Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe. K. BODENDORF und HEINZ EDER.

Eingegangen am 26. Mai 1953.

[1]) Für Überlassung der Droge sind wir der Firma C. F. Boehringer & Söhne, Mannheim, zu Dank verpflichtet, ebenso auch für die pharmakologische Prüfung (vgl. den anschließenden Abschnitt).

Pharmakologische Prüfung.

Raupin hat an den gebräuchlichen pharmakologischen Testobjekten bemerkenswerte adrenolytische Wirkungen:

Am *isolierten Kaninchenuterus* ist es etwa 3- bis 4mal stärker wirksam als die Gesamtalkaloide der Rauwolfia. Die Spezifität dieser Wirkung ist hoch, da eine mit Adrenalin äquivalente Acetylcholinkontraktion noch durch die 25fache adrenolytische Raupindosis nicht gehemmt wird. — An der *Meerschweinchensamenblase* ist Raupin 2- bis 3mal wirksamer als die Gesamtalkaloide. — Am *Katzenblutdruck* wirken 0,5 bis 2 mg/kg i. v. blutdrucksenkend, die pressorische Adrenalinwirkung wird abgeschwächt bzw. aufgehoben. Die Wirkung ist atropinresistent und auch am dekapitierten, mit Arterenol tonisierten Tier vorhanden. — Die mit Adrenalin verengten Gefäße des *isolierten Kaninchenohrs* werden durch Raupin erweitert. Das Alkaloid ist relativ wenig toxisch: 60 mg/kg i. v. werden von der Maus reaktionslos vertragen. Es wirkt in dieser Dosierung nicht sedativ. — Am *Meerschweinchenrectum* werden auch die inhibitorischen Adrenalinwirkungen gehemmt, die Nicotinkontraktion wird durch 6fach geringere Raupinkonzentrationen abgeschwächt wie äquivalente Acetylcholin- oder Histaminwirkungen.

Aus dem Laboratorium der Firma Boehringer & Söhne, Mannheim-Waldhof. J. D. ACHELIS und G. KRONEBERG.

Eingegangen am 8. Juni 1953.

Über die Alkaloide der Papaveracee Sanguinaria canadensis.

Nach LETTRÉ besitzen einige Alkaloide mit einer Stilbylamingruppierung Mitosegiftwirkung. Chelerythrin und Sanguinarin, die diese Konfiguration aufweisen, haben diesen Effekt nicht, verstärken aber die Colchicinwirkung, wohl durch ihre Fähigkeit, die Zellatmung zu hemmen[1]). SCHMITZ gibt die atmungshemmenden Grenzwerte beider Basen an[2]). SARKAR untersuchte den Einfluß des Sanguinarin auf die Oxydation von Brenztrauben-, Milch- und Bernsteinsäure durch Leber- und Gehirnhomogenate, der als Blockierung von SH-Gruppen erkannt wurde[3]). Damit haben die Alkaloide von Sanguinaria canadensis allgemeines Interesse erlangt.

Die Trennung der beiden Alkaloide durch fraktionierte Kristallisation der Bitartrate und der Pseudocyanide, welche von GADAMER und STICHEL ausgearbeitet worden ist[4]), bereitet erhebliche Schwierigkeiten.

Die Anwendung der Verteilungschromatographie an Papier und Kieselsäure führte zu neuen Methoden des analytischen Nachweises und der präparativen Trennung der Alkaloide; darüber hinaus wurden bei diesen Untersuchungen zwei neue Sanguinariabasen gefunden, welche wahrscheinlich ebenfalls das Benzophenanthridin-Grundgerüst besitzen.

Über die Einzelheiten der Untersuchungen wird an anderer Stelle ausführlicher berichtet.

Aus dem Pharmazeutischen Institut der Freien Universität Berlin. G. SCHENCK und H. HANNSE.

Eingegangen am 21. Mai 1953.

[1]) LETTRÉ, H.: Angew. Chem. **63**, 421 (1951).
[2]) SCHMITZ, H.: Arzneimittel-Forsch. **1**, 99 (1951).
[3]) SARKAR, S. N.: Nature [London] **162**, 265 (1948).
[4]) STICHEL, A.: Arch. Pharm. **262**, 488 (1924).

Über den kristallographischen und papierchromatographischen Nachweis flüchtiger biogener Amine.

Wir haben seit längerer Zeit in menschlichem Untersuchungsmaterial wie Blut, Harn, Faeces, Eiter, Psoriasis-

Effloreszenzen u. a. nach präformierten flüchtigen biogenen Aminen gefahndet. Dabei bedienten wir uns des von KLEIN und STEINER[1]) entwickelten Mikrogaskammerverfahrens, welches diese Autoren ursprünglich bei der Aufarbeitung von Pflanzenteilen benutzten. In kleinen Glasbechern werden die Amine des Untersuchungssubstrates von stärkeren Basen, beispielsweise Bikarbonat, Soda oder Natronlauge aus ihren Salzverbindungen freigesetzt. Sie verbinden sich mit 2.4-Dinitro-α-naphthol, welches in Form kleiner Kriställchen in einem Wassertropfen an der Unterseite des die Kammer abschließenden Deckgläschens suspendiert wird, zu Amin-Dinitronaphtholaten. Nach Verdunsten des Wassertropfens kann man die Amin-Dinitronaphtholkristalle mikroskopisch identifizieren, wobei man sowohl ihre Form und Farbe als auch ihre eventuellen Umwandlungsformen beim Erhitzen und ihren Schmelzpunkt berücksichtigen muß. Dichroismus und Interferenz lassen sich im Polarisationsmikroskop ermitteln [näheres siehe KLEIN und STEINER[1]), B. ZORN und W. DIHLMANN[2])]. Bei unseren Untersuchungen zeigte es sich, daß neben gesättigten Alkylaminen wie Mono-, Di- und Trimethylamin sowie i-Amylamin auch ungesättigte Amine in menschlichen Gewebsprodukten und Flüssigkeiten vorkommen. Es handelt sich dabei einmal um Allylamin, welches im Eiter, im Blut von Krebskachektikern und in Dialysaten von Psoriasis-Effloreszenzen nachzuweisen war, zum anderen um den Nachweis von Vinylamin ebenfalls in Psoriasis-Effloreszenzen[3]),[4]). Beide Amine sind von erheblicher Toxizität. EPPINGER[5]) vermutete auf Grund seiner Untersuchungen, daß Allylamin und Vinylamin bei bakteriellen Nahrungsmittelvergiftungen vorkommen. A. v. WACEK[6]) wies Allylamin im Eiter nach. Da diese Amine ihrer ungesättigten Konstitution zufolge sehr labil sind und mengenmäßig stark hinter den gesättigten Aminen zurückbleiben, versuchten wir, das Verfahren von KLEIN und STEINER, welches noch Aminmengen von etwa 10 γ erfaßt, zu verfeinern, indem wir aus dem Untersuchungsmaterial in kleinsten Zeitabständen fraktionierte Untersuchungen durchführten. Dies erreichten wir mittels der von uns angegebenen Vakuum-Mikrogaskammervorrichtung, in der unter zeitlich und physikalisch annähernd gleichen Bedingungen die vorhandenen Amine mit größeren Mengen Dinitro-α-Naphthol zusammengebracht werden. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit des Allyl- oder Vinylaminnachweises erheblich an, weil Überdeckungen des Allylamindinitro-α-naphtholates durch die anderen in der Überzahl anfallenden Amindinitro-α-naphtholate weit weniger zu befürchten sind. (Näheres wird an anderer Stelle ausführlich berichtet.)

Außer diesen Untersuchungen mittels des Vakuum-Mikrogaskammerverfahrens prüften wir die Amine chromatographisch auf Filterpapier (Papiersorte WF 1, Firma Gessner und Kreuzig, Niederschlag i. Erzgbg.) in der aufsteigenden Methodik. Als Lösungsmittel benutzten wir das Partridgegemisch[7]) (n-Butanol, Eisessig, Aqua dest. wie 4:1:5) und entwickelten einmal mit 0,2% bzw. 1% Ninhydrinlösung in Butanol oder mit 1% sodaalkalischer Lösung von FOLINS Reagens (Natrium-β-naphthochinonsulfonat), die jedesmal frisch zubereitet wurde. Es zeigte sich, daß die uns zur Verfügung stehenden primären Amine wie Monomethylamin, Äthylamin, n- und iso-Propylamin, n- und iso-Butylamin, iso-Amylamin, iso-Hexylamin und Allylamin mit Ninhydrin nachzuweisen sind. Aber auch sekundäre Amine wie Dimethylamin, Diäthylamin, Dipropylamin und Dibutylamin geben mit Ninhydrin Farbreaktionen. Beim Diäthylamin war zuweilen eine Farbreaktion erst bei der Entwicklung mit einer 1% Ninhydrinlösung in Butanol zu erreichen. Tertiäre Amine und NH_3 lassen sich weder mit Ninhydrin noch mit FOLINS Reagens nachweisen.

Bei der Entwicklung der Papierchromatogramme mit naphthochinonsulfosaurem Natrium und Trocknung bei Zimmertemperatur erzielten wir bemerkenswerte Ergebnisse. Die uns erreichbaren Amine wie Methylamin, Dimethylamin, Äthylamin, n-Propylamin, Dipropylamin, n-Butylamin, i-Amylamin und i-Hexylamin färbten sich auf dem Papierchromatogramm taubenblau und gaben nach anschließendem Besprühen mit verdünnter Essigsäure einen Farbumschlag nach orange, der gewöhnlich nach einiger Zeit eine violette Tönung annahm. Das ungesättigte Allylamin färbte sich dagegen gelbgrün, so daß dadurch außer dem R_f-Wert eine typische Identifizierungsmöglichkeit gegeben ist (5 γ Allylamin ließen sich auf diese Weise noch nachweisen). Bei anschließendem Besprühen des Allylaminfleckes mit Essigsäure erfolgte ebenfalls ein Umschlag der Fleckenfarbe nach orange. Vinylamin stand uns leider nicht zur Verfügung; wir vermuten aber, daß es bei der Papierchromatographie eine ähnliche Farbabweichung gegenüber der Farbe der gesättigten Amine aufweist.

Die R_f-Werte nehmen bei den gesättigten und ungesättigten Aminen mit steigender C-Atom-Anzahl zu; dies erklärt sich aus der mit der C-Atom-Anzahl anwachsenden Hydrophobie. Lediglich das Methylamin bildet hierin eine Ausnahme; es wandert schneller als das Dimethylamin.

Bei den Substratuntersuchungen trieben wir mittels Wasserdampfdestillation und Soda die Amine im Wasserstrahlvakuum bei etwa 20° aus, fingen sie in Essigsäure auf und chromatographierten anschließend.

Über unsere noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen berichten wir an anderer Stelle ausführlich.

Aus dem Physiologisch-Chemischen Institut der Friedrich-Schiller-Universität Jena (Direktor: Prof. Dr. med. B. ZORN).

W. DIHLMANN.

Eingegangen am 28. Mai 1953.

[1]) KLEIN, G., u. STEINER: Jb. wiss. Bot. **68**, 602 (1928). — STEINER u. LÖFFLER: Jb. wiss. Bot. **71**, 463 (1929).
[2]) ZORN, B., u. W. DIHLMANN: Dtsch. Gesundheitswesen (im Druck).
[3]) ZORN, B.: Dermat. Wschr. (im Druck).
[4]) DIHLMANN, W.: Arch. Dermat. (im Druck).
[5]) EPPINGER, H., H. KAUNITZ u. H. POPPER: Die seröse Entzündung. Wien: Springer 1935.
[6]) WACEK, A. v., u. LÖFFLER: Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., Abt. IIb **1934**.
[7]) PARTRIDGE: Biochemic. J. **42**, 238 (1948).

Separation of simple saccharides and oligosaccharides by Circular Paper Chromatography.

Methods for the separation of sugars by paper chromatography have been described by several investigators. The circular paper chromatographic technique has been used in

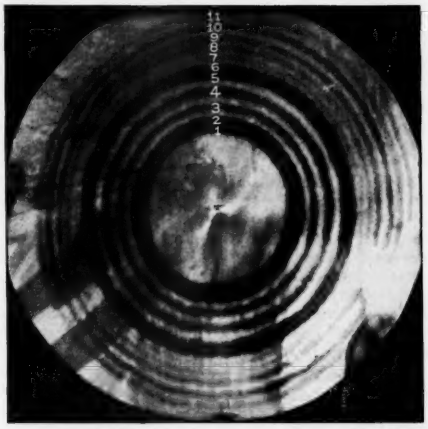


Fig. 1. Circular Paper Chromatogram showing the separation of sugars. (80 μl of the solution containing 1 gm. of each sugar in 100 c.c. of water were spotted at the centre.) *1* Raffinose; *2* Melibiose; *3* Maltose; *4* Sucrose; *5* Galactose; *6* Glucose; *7* Sorbose; *8* Arabinose; *9* Xylose; *10* Ribose; *11* Rhamnose.

this laboratory[1]) and by others[2]),[3]),[3a]), for the separation of sugars. We have, however, found that the solvent mixtures suggested by several investigators were not suited to the resolution of large number of sugars from a mixture and to the separation of oligosaccharides. After examining the various solvents, the solvent system finally chosen for development was n-butanol-acetone-water (20:70:10), which gave the best band separation of mono and disaccharides as well as oligosaccharides. While the work was in progress, BAYLY and BOURNE[4]) published a note in *Nature* describing a new method for the separation of oligosaccharides by paper chromatography involving the conversion of the saccharides on the chromatogram into the corresponding N-benzyl glycosylamines, thereby increasing the R_f values of the oligosaccharides. Our experience with the application of the circular paper chromatographic technique using the above solvent system to the separation of oligosaccharides formed during

the hydrolysis of starch by amylases show that these higher saccharides can be easily separated without any further treatment[5]).

The method briefly consisted in spotting 50—100 µl of the solution containing the mixture of saccharides at the centre of a circular filter paper (38·5 cm diam.) and developing the chromatogram with the solvent n-butanol-acetone-water (20:70:10) according to the procedure described by GIRI and RAO[6]). After drying the paper, the reagent aniline-diphenylamine phosphate[7]) was applied to the paper and heated at 90–100° C for about five minutes. The saccharides appear on the paper as blue, bluish-green or brown coloured circular bands, depending on the type of sugar, against the white background which turns slowly to blue after 24 hrs. One of the typical chromatograms showing the separation of eleven sugars from a mixture is shown in the accompanying fig. 1. The identification of the sugars can be made by running mixed chromatograms with the test sample and the known sugars spotted side by side on the circumference of a circle drawn at the centre of the paper according to the procedure described before[6]).

Full details of this method will be published elsewhere.

Department of Biochemistry, Indian Institute of Science, Bangalore 3 (India).

K. V. GIRI and V. N. NIGAM.

Eingegangen am 11. Mai 1953.

[1]) KRISHNAMURTHY, K., and T. A. VENKITASUBRAMANYAN: Current Sci. 21, 278 (1952).
[2]) LUDERITZ, O., and O. WESTPHAL: Z. Naturforsch. 7b, 136 (1952).
[3]) RAO, P. S., and R. M. BERI: Proc. Indian Acad. Sci. Ser. A 33, 368 (1951).
[3a]) BERSIN, TH., and A. MÜLLER: Helv. chim. Acta 35, 475 (1952).
[4]) BAYLY, R. J., and E. J. BOURNE: Nature [London] 171, 385 (1953).
[5]) GIRI, K. V., V. N. NIGAM and K. SAROJA: Unpublished work.
[6]) GIRI, K. V., and N. A. N. RAO: Nature [London] 169, 923 (1952). — J. Indian Inst. Sci. 34, 95 (1952).
[7]) BUCHAN, J L, and R. I. SAVAGE: Analyst 77, 401 (1952).

Darstellung von Konzentraten des „Tribolium-Imago-Faktors" (TIF) und seine vermutliche chemische Natur.

Im Jahre 1952 berichteten FRÖBRICH und OFFHAUS[4]) und FRÖBRICH [[3]), 1953] über einen Nahrungsfaktor, der die störungsfreie Metamorphose des Reismehlkäfers, Tribolium confusum, ermöglicht. Die zitierten Autoren wiesen nach, daß Larven des genannten Insekts, die auf synthetischen Diäten [Zusammensetzung der Diäten und Methodik der Herstellung siehe [3]),[4])] aufgezogen werden und das Puppenstadium erreichen, nur dann zu lebensfähigen Imagines heranreifen, wenn ein weiterer, in vielen Naturstoffen vorkommender Faktor zugefüttert wird. Fehlt dieser Nahrungsfaktor — von den Autoren „Tribolium-Imago-Faktor" genannt — in der Nahrung, so sterben die in normaler Entwicklungszeit das Puppenstadium erreichenden Tiere ab, oder es entstehen in seltenen Fällen verkrüppelte, lebensunfähige Käfer.

Um die stoffliche Natur des unbekannten Nahrungsfaktors zu charakterisieren, wurde nun versucht, Konzentrate dieser Substanz darzustellen. Als Ausgangsmaterial wurde LIEBIGS Fleischextrakt bevorzugt, da schon eine Zufütterung von etwa 0,1% dieses Substrates zu den oben bezeichneten Testdiäten genügte, um die Metamorphose zur lebensfähigen Imago zu gewährleisten, während beispielsweise Trockenhefe (Torula utilis) erst in Dosen von etwa 0,5 bis 1% mit den obengenannten Diäten vermischt die Imagobildung ermöglichte.

Die Darstellung eines ersten Konzentrats geschah in folgender Weise: LIEBIGS Fleischextrakt wurde 3mal mit der 15fachen Menge an 60%igem Äthylalkohol je 1 Std auf dem Wasserbad unter Rückflußkühlung extrahiert. Die vereinigten Filtrate wurden im Vakuum auf etwa $^1/_3$ eingeengt. Durch reichlichen Zusatz von gesättigter $Ba(OH)_2$-Lösung [auf je 100 cm³ vereinigte eingeengte Filtrate 65 cm³ $Ba(OH)_2$-Lösung] wurde gefällt. Nach 12stündigem Stehen im Eisschrank wurde der Niederschlag abzentrifugiert, mehrfach mit Wasser gewaschen, in etwas Wasser aufgeschwemmt, die im Niederschlag enthaltenen Ba^{++}-Ionen durch Zusatz von H_2SO_4 bis zum p_H von 6,5 unschädlich gemacht und die Aufschwemmung nach vorsichtigem Einengen auf dem Wasserbad bei 40° C getrocknet (= „Ba-Fällung"). Weiterhin wurde eine kleine Menge der von der Ba-Fällung befreiten eingeengten Filtrate im Vakuum zur Trockne eingedampft (= Präparat „Lösung"). „Ba-Fällung" und „Lösung" wurden auf ihre TIF-Aktivität getestet. Dabei ergab sich: Noch 2,5 mg „Ba-Fällung" — pro g der obengenannten synthetischen Diäten verfüttert — erwiesen sich als inaktiv, während schon mit einer Dosis von etwa 5 γ des Präparates „Lösung" pro g Diät die Metamorphosestörungen aufgehoben werden konnten und lebensfähige Käfer entstanden.

Weitere Untersuchungen zeigten, daß das physiologisch aktive Prinzip an Bleicherde adsorbierbar ist und daraus wieder eluiert werden kann. Dieser Nachweis wurde wie folgt geführt: Das Filtrat der $Ba(OH)_2$-Fällung wurde mit H_2SO_4 bis zum $p_H = 4$ versetzt, das ausfallende $BaSO_4$ entfernt und nun 2mal $^1/_2$ Std mit Bleicherde (Marke „G", Firma: Bleichtongesellschaft m.b.H., München) gerührt. (Menge der Bleicherde jeweils etwa 17% der zu behandelnden Flüssigkeitsmenge.) Die Bleicherde wurde jeweils abfiltriert, vereinigt, in der $2^1/_2$fachen Menge Wassers aufgeschwemmt, mit $Ba(OH)_2$ auf $p_H = 7,5$ gebracht, $^1/_2$ Std auf dem Wasserbad bei etwa 80° C eluiert, filtriert, das Filtrat mit H_2SO_4 bis $p_H = 6,5$ angesäuert, das ausfallende $BaSO_4$ entfernt und das Filtrat im Vakuum zur Trockne gebracht (= „Eluat").

Das so erhaltene „Eluat" erwies sich wieder in Mengen von 5 γ/g Diät — als TIF verfüttert — aktiv, während das zur Trockne eingeengte Bleicherdefiltrat nach der Adsorption erst bei Gaben von etwa 70 γ/g Diät eine Imagobildung zuließ. Es zeigte sich also, daß der TIF bei saurem p_H an Bleicherde adsorbierbar und im alkalischen Milieu eluierbar ist.

Ein zweites Konzentrat wurde auf folgende Weise gewonnen: 20 g LIEBIGS Fleischextrakt wurden mit 500 cm³ und anschließend mit 300 cm³ Äthylalkohol (95%) je 2 Std unter Rückfluß auf dem Wasserbad extrahiert. Die vereinigten Extrakte wurden nach 2stündigem Stehen im Eisschrank filtriert und das Filtrat im Vakuum vom Alkohol befreit. Der beim Abkühlen in der wäßrigen Lösung entstandene Niederschlag wurde durch Filtration entfernt, das Filtrat mit gesättigter $HgCl_2$-Lösung gefällt und das Ganze mit NaOH auf $p_H = 7,6$ gebracht. Nach 24 Std Stehen im Eisschrank wurde filtriert, das Filtrat mit H_2S von Hg^{++}-Ionen befreit und auf 30 cm³ eingeengt. Durch Zusatz von 10 cm³ einer 10%igen $AuCl_3$-Lösung zur abgekühlten Präparatlösung wurde gefällt, 2 Std in den Eisschrank gestellt, der Niederschlag abzentrifugiert, 1mal mit Wasser gewaschen, der Niederschlag in 100 cm³ Wasser aufgeschwemmt, mit H_2S zerlegt, das entstandene Goldsulfid abfiltriert, das Filtrat stark eingeengt und dann wieder mit Wasser verdünnt. Ein Teil dieser Lösung wurde im Vakuum vorsichtig zur Trockne eingeengt und bei 40° getrocknet. Aus der erhaltenen Menge an Trockensubstanz konnte der Gehalt des nicht eingeengten Teiles der Lösung an Trockensubstanz ermittelt werden. Letztere Lösung wurde nun so verdünnt, daß sie als Testlösung pro cm³ 1 mg Trockensubstanz enthielt.

Die Testversuche zeigten, daß etwa 3 γ Trockensubstanz des zweiten dargestellten TIF-Konzentrates — pro g Diät verfüttert — die Ausbildung lebensfähiger Imagines ermöglichten.

Die beiden aufgezeigten Darstellungsmethoden und die Tatsache, daß der TIF in Fleischextrakt enthalten ist, lassen vermuten, daß der gesuchte Faktor mit dem von FRAENKEL entdeckten Vitamin B_T identisch ist. FRAENKEL[2]) berichtete bei der Beschreibung eines Anreicherungsverfahrens für B_T aus Molke, daß dieser Nahrungsfaktor in saurem Milieu an Fullererde adsorbierbar sei und bei alkalischer Reaktion eluiert werden könne. CARTER und Mitarbeiter[1]) hatten weiterhin gefunden, daß der Wirkstoff B_T durch Carnitin [$^-OOC-CH_2-CHOH-CH_2-\overset{+}{N}(CH_3)_3$] ersetzbar ist. B_T ist in der Ernährungsphysiologie der Insekten bisher nur als Wachstumsfaktor der Larven von Tenebrio molitor und Palorus ratzeburgi bekanntgeworden. Etwa 0,5 γ Carnitin pro g synthetischer Diät genügen, um die Kost für Tenebrio-Larven vollwertig zu machen.

Für die vermutliche Identität mit Carnitin spricht auch die Tatsache, daß das oben beschriebene Darstellungsverfahren für das zweite Konzentrat dem Verfahren der Carnitingewinnung aus LIEBIGS Fleischextrakt nach STRACK und Mitarbeitern[5]) ähnlich ist.

Zur Zeit wird ein reines Carnitinpräparat dargestellt, dessen Wirkung im Test noch zu prüfen ist.

Anhangsweise sei bemerkt, daß Versuche, den TIF durch γ-Aminobuttersäure — der vermutlichen biogenen Vorstufe des Carnitins — zu ersetzen, negativ verliefen.

Zoologisches Institut der Universität München, Abteilung: PAUL BUCHNER, *Institut für Experimentelle Symbioseforschung.*

GUSTAV FRÖBRICH.

Eingegangen am 22. Mai 1953.

[1]) CARTER, H. E., P. K. BHATTACHARYYA, K. R. WEIDMAN u. G. FRAENKEL: Arch. of Biochem. a. Biophysics **35**, 241 (1952).
[2]) FRAENKEL, G.: Arch. of Biochem. a. Biophysics **34**, 468 (1951).
[3]) FRÖBRICH, G.: Z. Vitamin-, Hormon- u. Fermentforsch. **1953**.
[4]) FRÖBRICH, G., u. K. OFFHAUS: Naturwiss. **39**, 575 (1952).
[5]) STRACK, E., PH. WÖRDEHOFF u. H. SCHWANEBERG: Hoppe-Seylers Z. **238**, 183 (1936).

Peroxydbestimmungen an Larven von *Chironomus thummi* in Aerobiose und Anaerobiose.

COLE[1]) hat in Versuchen an den Larven von *Chironomus tentans* zeigen können, daß Peroxyde im anaeroben Leben dieses Tieres eine wichtige Rolle spielen. Peroxyde wurden von ihm vorwiegend an der Bläuung von Guajakharztinktur erkannt. Er machte wahrscheinlich, daß ein komplexes Enzymsystem vorhanden ist, das auch bei O_2-Abschluß den Aufbau von Peroxyden ermöglicht. Ich habe vermutet, daß die während Anaerobiose getätigte aerobe Erholung auf Kosten von Peroxyden der Körpersubstanz erfolge. Auch die Quelle der bei Anaerobiose einsetzenden, oft lebhaften Gasemission vieler Chironomidenlarven vermutete ich in Peroxyden [vgl. z. B. HARNISCH[3]),[4]),[5]),[6]),[8])].

Ich habe nun Peroxydbestimmungen (unter Vermeidung höherer Temperatur) bei an Luft getrocknetem Material der Larven von *Chir. thummi*, die ich als Massenmaterial (Fischfutter) zugesandt erhielt, durchgeführt. Von den Larven wurde jeweils eine Probe bald nach Erhalt, die andere nach Behandlung mit Bomben-N_2 von 18 bis 20 Std mit Wasser von etwa 60° abgetötet und dann längere Zeit bei Zimmertemperatur getrocknet. Die Larven waren in diesem Winter unter lebhafter Gasemission verhältnismäßig widerstandsfähig gegen O_2-Entzug. Nach gründlichem Trocknen (1 Woche und mehr) wurde das Material im Achatmörser fein zerrieben.

Da wir über keine Methode zur generellen Bestimmung aller Peroxyde verfügen, wurden nur die in reinem Eisessig löslichen organischen Peroxyde bestimmt, was immerhin eine große Gruppe ist. Bei den Bestimmungen bin ich Vorschlägen von Prof. R. CRIEGEE[2]) gefolgt, die er mir freundlichst mitteilte, habe also eine jodometrische Bestimmung unter Vermeidung von Wasser- und Stärkezusatz, bei der durch Zusatz kleiner Stückchen Trockeneis Sauerstoff verdrängt wurde, angewandt. Störend sind jedoch die suspendiert bleibenden Partikelchen des Trockenmaterials und eine wohl vom getrockneten Hämoglobin herstammende bräunliche Färbung, die der Eisessig schon bei kurzer Extraktionszeit annimmt. Ich habe daher das mit Eisessig versetzte Material vor Jod- und Trockeneiszusatz zentrifugiert und stets gleichzeitig eine Probe, die kein Jod erhielt, angesetzt, bis zur Farbgleichheit mit der titriert wurde. Sicherheitshalber habe ich stets Leerproben angesetzt, deren sehr geringer $Na_2S_2O_3$-Verbrauch vom jeweiligen Messungsergebnis abgezogen wurde.

Je 7 Proben der Trockensubstanz von unbehandelten und mit N_2 vorbehandelten Larven wurden analysiert. Die Werte werden auf 1 g Substanz berechnet (eingewogen 0,2 bis 0,3 g). Ich hatte erwartet, daß unbehandelte Larven einen gewissen Peroxydvorrat haben würden, der nach N_2-Behandlung vermindert oder geschwunden sein würde. Ich fand jedoch an unbehandelten Larven einen durchschnittlichen Verbrauch von 3,215 cm³ (2,18 bis 4,67 cm³), an mit N_2 vorbehandelten Larven einen solchen von durchschnittlich 8,428 (6,72 bis 10,5) cm³ n/10 $Na_2S_2O_3$! Es werden also offenbar bei Anaerobiose im Körper der Larve von *Chir. thummi* in Eisessig lösliche organische Peroxyde bereit gestellt. Dies ist sicher das Ergebnis eines fermentativen Prozesses [s. auch COLE[1])]. Der von mir[7]) nachgewiesene O-Verlust bei Anaerobiose weist in die gleiche Richtung, da denkbar ist, daß für die Bereitstellung der Peroxyde O-Bestände des Körpers verbraucht worden sind, zumal die Larven nicht ernährt wurden.

Damit sind wir für die Erkenntnis der zu „Endoxybiose" und anaerober Gasemission führenden Prozesse einen Schritt weiter gekommen. Zu klären bleibt noch die sicher ebenfalls fermentativ bedingte Desoxygenisierung der Peroxyde.

Plön, Hydrobiologische Anstalt der Max-Planck-Gesellschaft.

O. HARNISCH.

Eingegangen am 30. Mai 1953.

[1]) COLE, E.: J. of Exp. Zool. **33**, 293 (1921).
[2]) CRIEGEE, R.: In Houben-Weyl, Bd. II. (Im Druck.)
[3]) HARNISCH, O.: Z. vergl. Physiol. **32**, 482 (1950).
[4]) HARNISCH, O.: Biol. Zbl. **69**, 449 (1950).
[5]) HARNISCH, O.: Z. vergl. Physiol. **33**, 404 (1951).
[6]) HARNISCH, O.: Biol. Zbl. **70**, 531 (1951).
[7]) HARNISCH, O.: Biol. Zbl. **71**, 640 (1952).
[8]) HARNISCH, O.: Biol. Zbl. **72**, 152 (1953).

Untersuchungen über antibakterielle Wirkungen im Bodenwasser der Fichtenstreu.

WINTER[1]) konnte die angelsächsische Auffassung, daß die für die Gleichgewichte der Mikroorganismen und die Gesamtkeimzahlen entscheidenden Faktoren nicht in antibakteriellen Effekten zu suchen seien [WAKSMAN und STARKEY[2])], zunächst für die Bodenpilze widerlegen. WINTER und WILLEKE[3]) zeigten weiter, daß antibiotisch aktive und durch ein breites Wirkungsspektrum ausgezeichnete wasserlösliche Substanzen der Blattstreu in der Natur in den Boden gelangen müssen. Nun konnte BUBLITZ[4]) unabhängig davon im Fichtenrohhumus Substanzen nachweisen, welche die Keimung von Fichten und Kiefernsamen hemmen. Es lag daher der Schluß nahe, daß sich von gleichartigen oder anderen Substanzen ausgehende Hemmungen auch auf die Bodenbakterien erstrecken und durch Herabsetzung und Umsteuerung der Zersetzungsvorgänge die Rohhumusbildung beeinflussen.

Um annähernd unter natürlichen Verhältnissen auftretende Hemmstoffkonzentrationen zu erlangen, dampften wir eine wäßrige Fichtenstreulösung (4000 cm³ Aqua dest. auf 1000 g trockene Streu bei 24stündiger Lösungszeit) im Vakuum bei 33° C auf $^1/_{10}$ gegenüber der Ausgangslösung ein [vgl. BUBLITZ[4])] und sterilisierten den Destillationsrückstand durch Filtration. (1. 2 xC Filter-Analysenfilter; 2. 2 xB III Filter + Analysenfilter; 3. 1 xCM Filter-Schichtfilter.) Das sterile Konzentrat wurde in den Verdünnungen 1:0, 1:1 bis 1:64 im Verhältnis 8:2 mit 7%igem Agar (0,5% Pepton; 0,3% LIEBIGs Fleischextrakt) und 1 cm³ der jeweiligen Bakteriensuspension in sterilen Reagenzgläsern (bei 40° C) gut durchmischt und in PETRI-Schalen bei 36° C 16 Std bebrütet. Anschließend wurde die Bakterienzahl pro cm² bestimmt (10 Zählungen pro Schale) und als Durchschnitt aus 30 Einzelergebnissen für jede Konzentrationsstufe aufgetragen (Fig. 1).

Wir untersuchten die Wirkung des Konzentrates und seiner Verdünnungen auf die Mikroflora von Kompost und eines Torf-Kompostgemisches. (Die Erdaufschwemmungen wurden bis zu etwa 50 Keimen pro cm² Agar verdünnt.) Eine p_H-Interferenz wurde bei der Kompostflora durch p_H-Konstanz vermieden (Agar und Konzentrat mit p_H 6,4. Der Fichtenbestand wuchs auf stark kalkhaltigem Untergrund). Jedoch schalteten wir bei Verwendung der Kompost-Torfflora zusätzlich p_H-Verschiebungen dergestalt ein, daß das p_H bei zunehmender Hemmstoffkonzentration von 7,4 auf 6,4 absank. Wir wollten so die Hemmungseffekte durch Kombination mit verschiedenem p_H verstärken und mit den entsprechenden p_H-Wirkungen allein vergleichen.

Trotz p_H-Konstanz wurde die Kompostflora durch die höchsten Konzentrationen vollständig gehemmt (Fig. 1 und 2), durch die Verdünnungen 1:4 um 142% gegenüber den Kontrollen gefördert, während die Konzentrationen 1:16 und darunter wirkungslos blieben.

Demgegenüber wurde die Kompost-Torfflora nicht so stark beeinflußt — nur 75%ige Hemmung —, obwohl die zusätzlichen p_H-Verschiebungen eine Verstärkung des Effektes erwarten ließen. Durch die Torfbeimischung hatte sich die Bakterienflora offenbar zugunsten widerstandsfähigerer Formen verschoben. p_H-Verschiebungen allein blieben wirkungslos.

Angesichts der Bindung dieser Effekte von so auffallender Breite des Wirkungsspektrums an die Fichtenmonokultur, unabhängig von dem ursprünglichen Zustand des Bodens, müssen wir biotische Einflüsse primärer oder sekundärer Natur für sie verantwortlich machen. Damit dürfte die eingangs erwähnte angelsächsische Auffassung auch für die Gesamtkeimzahlen der Bakterien und deren Gleichgewichte im Boden zumindest für den Fichtenrohhumus widerlegt sein.

Ferner stehen unsere Ergebnisse in gewissem Gegensatz zu der üblichen Auffassung, daß unmittelbaren Aziditätswirkungen eine dominierende Bedeutung bei mangelnder

Streuzersetzung in nichtautochthonen Fichtenreinbeständen zukommt. Wir müssen uns vielmehr die ungünstigen Einflüsse niederer p_H-Werte durch antimikrobielle Effekte überlagert vorstellen, während Hemmungen der Mikroflora bei höherem p_H der Fichtenstreu allein auf diese antibakteriellen Wirkungen zurückzuführen sind.

Die antibakteriellen Substanzen aus dem Bodenwasser des Fichtenrohhumus konnte W. Bublitz in selbständiger Fortsetzung dieser Untersuchungen durch Neutralisation mit

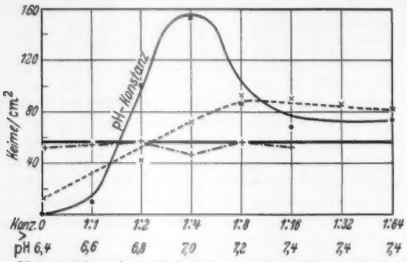


Fig. 1. Keimzahlen nach Beimischung einer Kompost- bzw. Torf-Kompostsuspension in Peptonagar bei Gegenwart wechselnder Konzentrationen des Fichtenstreuextraktes bzw. p_H-Verschiebungen von 6,4 bis 7,4. × = Torf-Kompostkeimzahlen bei p_H- und Konzentrationsänderung (------); · = Kompostkeimzahlen bei Konzentrationsänderung und p_H-Konstanz (——); + = Torf-Kompostkeimzahlen bei hemmstoffunabhängiger p_H-Verschiebung (—·—·—).

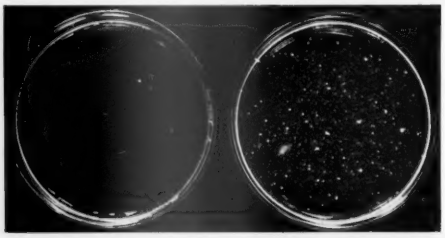


Fig. 2. Links: Entwicklung einer dichten Bakterienpopulation auf Peptonagar nach Beimischung einer Kompostaufschwemmung. Rechts: Bakteriostase *aller* Mikrobenarten bei Zugabe von 75% konzentriertem Bodenextrakt. Der Gehalt des Agars an Hemmstoffen entspricht unter diesen Bedingungen annähernd dem Hemmstoffgehalt des Bodenwassers bei mittlerer Wassersättigung.

Natronlauge fällen, bzw. sie wurden bei der Fällung von dem Bodensatz adsorbiert. Das Filtrat war unwirksam, während der Niederschlag sich zum Teil wieder in Aqua dest. löst und die ursprüngliche antibakterielle Wirkung entfaltet. Über die Verteilung dieser auswaschbaren und durch p_H-Verschiebung fällbaren Substanzen in den einzelnen Bodenhorizonten wird in Kürze berichtet. Unsere Ergebnisse stehen daher in keinem Gegensatz zu der in der Praxis üblichen biologischen Aktivierung des Fichtenrohhumus durch Kalkung, nur ist die Wirkung der Kalkgaben nach diesen Beobachtungen wahrscheinlich zumindest sekundärer Natur, d.h. sie beruht auf einer Inaktivierung der Hemmungsstoffe.

Die Konzentrationsabhängigkeit (Umschlag der Hemmung in Förderung bei Verdünnung) gibt wiederum deutliche Hinweise auf die Ursachen autochthoner Fichtenbestandsbildung, die erst bei sehr hohen Niederschlagsmengen auftritt (vgl. Bublitz).

Die Untersuchungen wurden mit Hilfe des Ministeriums für Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen durchgeführt.

Aus der Botanischen Abteilung Madaus-Köln (Leiter: Prof. Dr. A. G. Winter).

A. G. Winter und W. Bublitz.

Eingegangen am 1. April 1953.

[1]) Winter, A. G.: Phytopathol. Z. **14**, 204 (1942). — Arch. Mikrobiol. **14**, 240 (1949); **15**, 42 (1950); **16**, 136 (1951).

[2]) Waksman, S. A., u. R. L. Starkey: Soil Sci. **16**, 137 (1923); **16**, 247 (1923); **16**, 343 (1923); **17**, 373 (1924). — The soil and the microbes. London 1947.

[3]) Winter, A. G., u. L. Willeke: Naturwiss. **39**, 45 (1952).

[4]) Bublitz, W.: Naturwiss. **40**, 275 (1953). — Madaus Jahresbericht 1952.

[5]) Winter, A. G., u. L. Willeke: Naturwiss. **38**, 354 (1951).

Über Gewebeschäden bei Pediculus vestimenti N. nach Einwirkung chlorierter Kohlenwasserstoffe (DDT, HCC, Matacid).

Die Versuche, die Angriffspunkte der DDT- und HCC-Präparate im Insektenorganismus und letztlich dessen Todesursache zu klären, beschränkten sich bisher vor allem auf rein physiologische Beobachtungen an Fliegen und Schaben, die für beide Gruppen von Insektiziden relativ empfindlich sind[1]). Spärlich dagegen sind die Berichte über histologische Veränderungen in so vergifteten Insekten; letztmalig beschrieb Böhm[2]) Degenerationserscheinungen bei *Tenebrio molitor*. — Um so dringender erschien es uns, die stark umstrittene Frage beantworten zu können, welche Organe und Gewebe unter der Wirkung beider Kontaktgifte besonders leiden. Bei der Kleiderlaus schienen die Aussichten, pathologische Veränderungen nachzuweisen, besonders günstig, da bei ihr vom ersten äußerlichen Sichtbarwerden der Schädigung viel Zeit vergeht, bis sie endlich stirbt. Vergleichsweise arbeiteten wir auch

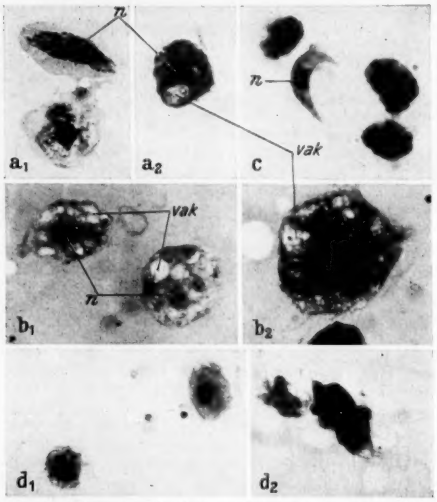


Fig. 1. Blutzellen der Kleiderlaus. Normale amöboide Zellen (a_1) und Vakuolenzellen (a_2); dieselben stark DDT-geschädigt (b_1, b_2) und nach Matacidvergiftung (d_1, d_2); *c* HCC-geschädigte Blutzellen. *n* = Kern; *vak* = Vakuole. Photo 1250:1; Pappenheim.

mit einem Atemgift aus der Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe, dem Matacid. — Wie die sehr frühzeitig auftretende motorische Unruhe und Koordinationsstörungen zeigen, haben alle drei Gifte zweifellos neurotrope Eigenschaften. Daneben schädigen sie aber auch die Zellen fast aller anderen Organe außer der quergestreiften Muskulatur, die sich jedoch unter DDT-Einfluß stark kontrahiert und nach Hexa übermäßig dehnt. Beide Kontaktgifte dringen über die Faserlage der Intersegmentalhäute und der Cuticulabezirke im Bereich von Sinnesorganen in den Tierkörper ein. In diesen Bezirken zeigt die unter der Cuticula liegende Hypodermis Giftschäden. — Eine zusätzliche schwache Atemgiftwirkung wies Götz[3]) physiologisch bereits für Hexa nach. Dementsprechend lehrt die histologische Untersuchung, daß Hexa, wenn auch im geringeren Ausmaß, die Tracheolen ebenso zerstört wie das Atemgift Matacid; bei DDT-vergifteten Tieren jedoch behalten die Tracheen und Tracheolen stets ihr normales silbergraues Aussehen. — Auch an den Ganglien zeigen nach Kontaktvergiftung beide Haupttypen der motorischen und assoziativen Neurone kennzeichnende Zellschäden. Die motorischen Zellen lösen sich nach anfänglicher Schrumpfung, Verlust der Nissl-Schollen und Kernhyperchromatose samt ihren Kernen auf. Die ebenfalls stark geschädigten assoziativen Zellen bleiben erhalten. Ebenso, aber wesentlich schwächer und später, verändern sich die Sinneszellen, während *in* der Nervenfaser nichts Abnormes sichtbar wird. — Das Fettkörpergewebe wird unter dem Einfluß der Kontaktgifte nekrotisch. Die meisten Fettvakuolen verschwinden; im grobgekörnten Plasma liegen einzelne Kernfragmente embryonaler Zellen. — Die deutlichsten Kennzeichen einer DDT- bzw. HCC-Vergiftung liefern die Blutzellen (Fig. 1). DDT (b_1, b_2) bewirkt Plasmaverquellungen und Vakuolisation. Nach Hexa (*c*) und Matacid (d_1, d_2) treten gleichartige Zellpyknosen

auf. Die Kerne reagieren auf beide Kontaktgifte mit Degeneration und Karyorrhexis. Vollständige Karyolysis ist selten. Der Fliegentest nach WITT[4]) gestattet, die noch aktive Wirksubstanz in der Blutbahn nachzuweisen; damit ist die umstrittene Frage des Gifttransportes in der Hämolymphe positiv entschieden. — Der Mitteldarm und die MALPIGHIschen Gefäße gehen unter dem Einfluß beider Kontaktgifte von der apokrinen über die merokrine zur holokrinen Sekretion über. Der kernlose Restplasmasaum zerfällt. — Wie die ausführliche Darstellung zeigen soll, schädigen beide Kontaktgifte ähnlich wie das Matacid zwar alle Organe, doch unterscheiden sich die pathologischen Gewebeänderungen zumindest in den Frühstadien derart von denen des Atemgiftes, daß von gleichgerichteten Reaktionen der Gewebesysteme auf Kontakt- und Atemgifte kaum zu sprechen ist.

Zoologisches Institut der Universität Freiburg i. Br.
HEINZ LÜDTKE und HANS HOPP.

Eingegangen am 29. April 1953

[1]) MÜLLER P., R. DOMENJOZ, R. WIESMANN u. A. BUXTORF: Erg. Hyg. **1949**.
[2]) BÖHM, O.: Österr. Pflanzenschutzber. 7 (1951).
[3]) GÖTZ, B.: Nachr.bl. dtsch. Pflanzenschutzdienst **2**, 2 (1951).
[4]) WITT, P. N.: Z. Naturforsch. **2**, 361 (1947).

Weitere Untersuchungen über die Schutzwirkung des Natrium-Thioglykolats gegen Strahlenschäden.

In einer früheren KOM ist mitgeteilt worden, daß die Trübungen, welche in Kernen von Flußmuscheleiern durch UV-Bestrahlung entstehen, durch Na-Thioglykolat verhindert werden[1]).

Die Versuche, über die wir hier kurz berichten, zeigen das gleiche Resultat an einem wesentlich anderen Objekt, wodurch die Basis für allgemeinere Schlüsse aus unseren Versuchen auf die biologischen Grundvorgänge bei den Strahlenwirkungen verbreitert wird. Das neue Objekt ist die Haut junger Axolotl. Über Aufbau und Differenzierung der Axolotlhaut gibt die Arbeit von HILDEGARD GERSCH[2]) Aufschluß. Für unsere Zwecke waren die gewöhnlichen Epithelzellen am besten brauchbar; sie ergeben gute Dunkelfeldbilder, an denen man Trübungen und Koagulationen leicht erkennt. Die LEYDIGschen Zellen waren ungeeignet.

Das Dunkelfeldbild von Epithelzellen zeigt den optisch leeren Kern als dunkle Aussparung im hell leuchtenden Plasma, der Kontrast zwischen Kern und Plasma ist allerdings nicht so scharf wie im Flußmuschel-Ei. Die kontrastreichsten Bilder (schwarzer Kern in weißem Plasma) liefert die Haut von 4 bis 7 cm langen Jung-Axolotln. In Zellen aus jüngeren Tieren erscheint das Plasma im Dunkelfeld nicht weiß, sondern nur als zarter Schleier, diese Zellen liefern daher kontrastärmere Bilder.

Auf UV-Bestrahlung reagieren die in Wasser aufgeschwemmten Epithelzellen der Axolotlhaut ähnlich wie die Eizellen der Flußmuschel: Der vorher dunkle Kern enthält nach der Bestrahlung weiße Koagulate, er hebt sich dadurch nicht mehr so deutlich vom Plasma ab wie in unbestrahlten Zellen, ja bisweilen leuchtet er in gleicher Intensität weiß wie das umgebende Plasma, so daß der ursprüngliche Kontrast zwischen beiden ganz schwindet. Vor dieser Wirkung des UV werden die Epithelzellen geschützt, wenn man sie statt in Wasser in einer Lösung von Na-Thioglykolat aufschwemmt: Das Dunkelfeldbild nach der Bestrahlung unterscheidet sich dann in keiner Weise mehr von demjenigen vor der Bestrahlung. Die für vollständige Schutzwirkung erforderlichen Konzentrationen sind allerdings relativ hoch ($^1/_3$ molar). Cystein und Ascorbinsäure vermögen in der gleichen Konzentration die Epithelzellen nicht gegen die UV-Wirkung zu schützen. Auch das viel schwerer lösliche Rutin schützt in der erreichbaren Konzentration (etwa m/160) nicht.

Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität Greifswald.
KURT ERDMANN und INGEBORG MEYER.

Eingegangen am 26. Mai 1953.

[1]) ERDMANN, K.: Naturwiss. **40**, 147 (1953).
[2]) GERSCH, HILDEGARD: Z. mikrosk.-anat. Forsch. **51**, 513 (1942).

Über einen Tagesgang der Takata-Reaktion und seine klinische Bedeutung.

TAKATA[1]), KIEPENHEUER[2]), R. SCHULZE[3]) u. a. haben im Rahmen bioklimatischer Untersuchungen (solare Beeinflussung der Lebewesen durch Strahlungen) darauf hingewiesen, daß mit größter Wahrscheinlichkeit eine Änderung in der Zusammensetzung der menschlichen Serumproteine durch Komponenten der von der Sonne ausgehenden Strahlungen im Laufe des Tages erfolge.

Eine genaue und ausführliche Nachprüfung der unter [2]) angegebenen Ergebnisse schien erforderlich, da die klinische Bewertung der TAKATA-Reaktion dadurch in ein anderes Licht rückt: Es ist erstens nicht gleichgültig, wann am Tage Blut entnommen wird, zweitens erhebt sich die biochemische Frage, welche Änderungen in der Zusammensetzung der Serumproteine noch als physiologisch zu bewerten ist. Genauere qualitative Auskunft hierüber können allerdings erst elektrophoretisch vorgenommene Untersuchungen erteilen, die inzwischen auch begonnen wurden.

Es wurden zunächst im Zeitraum vom 25. 11. 52 bis 9. 1. 53 33 Männer und 10 Frauen untersucht, deren Diagnose feststand und die nicht schwer oder akut krank waren. — Vom 12. 5. 53 bis 19. 5. 53 kamen nochmals 6 Männer und 6 Frauen zur Untersuchung, da es sich um die Frage handelte, ob bei höherem Sonnenstande eindeutigere Ergebnisse erreicht werden könnten. Wir verfuhren nach der Methode von MANCKE-SOMMER[4]) und hielten uns im übrigen an die von TAKATA angegebenen Bedingungen. Blutentnahme: 10 min vor dem örtlichen Sonnenaufgang, 20 min nach dem örtlichen Sonnenaufgang, weiter um 10.00 Uhr, um 12.00 Uhr und zur Zeit des jeweiligen Sonnenunterganges. Nüchterner Zustand der Patienten und Temperaturkonstanz des Serums wurden beachtet. Die Ergebnisse:

1. Eine eindeutige Bestätigung aller Ergebnisse TAKATAs kann nach unseren Untersuchungen *nicht* gegeben werden, und ebenso ist eine eindeutige Kurvenentwicklung bzw. synchrone Schwankung der Werte gleichzeitig untersuchter Personen nicht zu finden; sie dürfte auch bei größerem Material nicht zu erwarten sein, was nicht einmal mit der Technik als vielmehr mit der Vieldeutigkeit der Reaktion zusammenhängen kann. Tagesveränderungen lassen sich jedenfalls feststellen.
2. Die Hauptveränderungen liegen meist bei Sonnenaufgang. In 4 Fällen erfolgte der Anstieg jedoch erst viel später. Außerdem ist bei Sonnenaufgang nicht immer ein Anstieg zu finden, sondern im Gegenteil ein Abfall, der mit der absoluten Höhe der Werte offensichtlich nicht im Zusammenhang steht.
3. Der Verlauf während des Tages ist ganz uneinheitlich.
4. Das Ausmaß der Änderungen der TAKATA-Werte wechselt ebenfalls stark: Differenzen im Tagesgang von 5 bis 40 mg-%, meist 10 bis 20 mg-%. Bei Werten, die an der Grenze der Norm liegen (70 mg-%), spielt dies für die Bewertung eine Rolle.
5. Die absolute Höhe der jeweiligen Werte scheint für den Tagesgang nicht von Bedeutung zu sein. Es zeigt sich auch keine eindeutige Abhängigkeit von Alter, Geschlecht oder Art der Erkrankung. Eine Abhängigkeit vom Wetter ließ sich ebenfalls nicht feststellen.
6. Bei 3 Patienten, die exakt geerdet wurden, waren alle Tageswerte die gleichen.
7. Abhängigkeit vom Sonnenstande scheint zu bestehen, denn die im Mai gewonnenen Kurven sind einheitlicher. Mit Ausnahme von 2 Kurven zeigen alle einen morgendlichen Anstieg (von 10 bis 20 mg-%) — nie einen Abfall — in ziemlich gleichmäßiger Form, und zwar bei Männern wie bei Frauen ohne Unterschied.

Die Ergebnisse dürften jedoch dazu berechtigen, eine nähere Analyse der Phänomene — wie gesagt vor allem elektrophoretisch — vorzunehmen. — Ausführliche Veröffentlichung obiger Untersuchungen erfolgt andernorts.

Innere Abteilung des Städtischen Krankenhauses Berlin-Hohengatow (Chefarzt: Dr. A. BUDING).
VERA BLOCH.

Eingegangen am 23. Mai 1953.

[1]) TAKATA, M., u. T. MURASUGI: Bioklim. Beibl. Meteorol. Z. **1941**. — TAKATA, S.: Tohoku J. Exp. Med. **50**, 87 (1945).
[2]) KIEPENHEUER, K. O.: Naturwiss. **37**, 234 (1950).
[3]) SCHULZE, R.: Naturwiss. **34**, 238 (1947). — STRÖDER, K., FR. BECKER u. G. HAAS: Klin. Wschr. **29**, 312 (1951).
[4]) MANCKE u. SOMMER: Münch. med. Wschr. **1936**, 1707.

Über die Koppelung von Saugen und Greifreflex beim Säugling.

Im Zuge einer Untersuchung des angeborenen, tonischen Greifreflexes des menschlichen Säuglings wurde auch der Zusammenhang von Greifen und Saugen — auf den schon BIEBER[1]) und HALVERSON[2]) hingewiesen haben — genauer untersucht. Bei insgesamt 76 Kindern im Alter von wenigen Stunden bis zu vier Monaten lösten wir den Greifreflex aus,

und zwar vor, während und nach dem Trinken an der Brust bzw. Flasche. Auslösender Reiz war in jedem Falle der quer in die offene Hand des Kindes eingelegte Zeigefinger des Versuchsleiters. Wir unterschieden:

1. Kein Zufassen.
2. Schwaches Zufassen mit deutlicher Flexion der Finger.
3. Kräftiger Fingerschluß, wobei die Finger durch den Druck anämisch werden.

Mit Hilfe eines Mehrfachschreibers konnte die Dauer der einzelnen Reaktionen gleichzeitig mit dem Ablaufen der Saugbewegungen registriert werden.

Frühgeborene (insgesamt 12 Kinder) mit einem Gewicht zwischen 1200 und 2500 g greifen meist nur, wenn gleichzeitig Saugbewegungen ablaufen, nicht vor- bzw. nachher. Es ist dabei gleichgültig, ob die Saugbewegungen ohne vorhergehenden Außenreiz im Leerlauf auftreten, oder ob das Kind tatsächlich an der leeren oder vollen Flasche saugt. In ihrer Gesamtmotorik unreife Kinder fassen meist auch dann nur schwach zu, reifere greifen stärker. Fehlen bei einem unreifen Kind die Saugbewegungen, so ist auch der Greifreflex nicht auslösbar. Dies zeigte z. B. ein sonst gesunder Knabe (1920g), sein eineiiger Zwillingsbruder hingegen trank selbständig und reagierte auch mit schwachem Greifen während des Trinkens.

Bei allen Früh- und Neugeborenen, die starke athetotische Bewegungen ausführen, wird das Greifen immer wieder von einzelnen athetotischen Extensionen der Finger unterbrochen. Das Greifen wird bei hungrigen Kindern auch durch leerlaufende Kletterbewegungen [PRECHTL[3])] gestört, das sind alternierende Armbewegungen, die mit Öffnen und Schließen der Hände verbunden sind. Dadurch kommen oft jene eigenartigen Unregelmäßigkeiten in der Auslösbarkeit des Greifreflexes beim hungrigen Kind zustande. Dieses Verhalten verschwindet meist im Alter von etwa 2 bis 3 Monaten. Bei starker motorischer Unruhe und während des Schreiens ist das Greifen vollständig blockiert und nicht auslösbar.

Reife Neugeborene im Gewicht von 3500 bis 4000 g greifen schon vor dem Trinken schwach, während des Trinkens jedoch kräftig. Erst gegen Ende der Mahlzeit wird die Intensität des Greifens schwächer, um mit dem Einschlafen sofort aufzuhören.

Einige Wochen nach der Neugeborenenzeit findet man auch starkes Greifen ohne gleichzeitige Saugbewegungen. Jedoch kann man immer wieder beobachten, wie bei leichter Hemmung des Greifens durch Schlaf oder Unruhe die Greifbewegung ihren tonischen Charakter einbüßt und ein eigenartiges, mehrmaliges rhythmisches Öffnen und Schließen der Finger auftritt. Während des Ablaufens der Saugbewegungen ist das Greifen immer tonisch.

Da die Verstärkung des Greifreflexes nur an den Ablauf der Saugbewegungen selbst, nicht aber an deren Auslösung gebunden ist, muß es sich um eine spezifische intrazentrale Koppelung der Erregung zwischen Saugzentrum und Greifreflexzentrum handeln. Da man dadurch den Greifreflex als Indikator für die Erregungsverhältnisse im Saugzentrum verwenden kann, läßt sich so feststellen, ob Frühgeborene an zentraler Saugschwäche leiden, oder ob andere Faktoren das Auftreten der Saugbewegungen verhindern.

Forschungsstelle für Verhaltensphysiologie des Max Planck-Instituts für Meeresbiologie, Buldern über Dülmen i. Westf.

Eingegangen am 1. Juni 1953. H. F. R. PRECHTL.

[1]) BIEBER, I.: J. Nerv. Dis. **91**, 31 (1940).
[2]) HALVERSON, H. M.: J. Gen. Psychol. **53**, 365 (1938).
[3]) PRECHTL, H. F. R.: Mschr. Kinderheilk. (im Druck).

Besprechungen.

Dorn, Paul: Geologie von Mitteleuropa. Stuttgart: E. Schweizerbart 1951. 474 S., 91 Abb., 25 Taf. u. 11 Tab. Geb. DM 48.80.

Mitteleuropa ist glücklicherweise immer noch ein Teil der Erde, in dem die Fortschritte der geologischen Forschung besonders rasch vor sich gehen. Es ist daher, zumal bei der Zersplitterung des geologischen Schrifttums, selbst dem Fachmann oft nicht möglich, diese Fortschritte auf allen Teilgebieten der Geologie genau zu verfolgen. Um so notwendiger erscheint es darum, die erzielten Fortschritte in gewissen Abständen immer wieder zusammenfassend darzustellen.

P. DORNs Geologie von Mitteleuropa kommt also einem dringenden Bedürfnis entgegen, das dadurch besonders fühlbar wurde, daß S. v. BUBNOFFs überragende Geologie von Europa (1929 bis 1936) vergriffen und E. HENNIGs Geologie von Großdeutschland (1942) von vornherein unzulänglich war. Der Verf. hat die neueren Ergebnisse gewissenhaft zusammengetragen, deren handgreiflichste wohl auf dem Gebiete der Erdölgeologie im Zusammenhang mit dem einstigen Reichsbohrprogramm und der geophysikalischen Reichsaufnahme erzielt wurden. Aus diesem Grunde und aus persönlichem Interesse des Verf. ist daher das Mesozoikum und Neozoikum besonders gut weggekommen. Das Paläozoikum und das Grundgebirge liegen dem Autor etwas ferner, und hier wäre wohl eine Vertiefung in die größeren Zusammenhänge erwünscht. Aber als Übersichtsdarstellung des heutigen Forschungsstandes hat das Buch besonders für die Geologiestudierenden und für die Nachbarwissenschaften durchaus seinen Wert. Dieser wird allerdings durch das Fehlen genauerer Literaturangaben eingeschränkt. Denn der an ihrer Stelle gegebene Hinweis auf die Referatenorgane ist angesichts der Unvollständigkeit derselben in der bewegten jüngsten Vergangenheit nicht ausreichend. E. BEDERKE.

Eingegangen am 20. August 1952.

Marquardt, Martha: Paul Ehrlich. Mit einer Einleitung von Sir HENRY DALE. Berlin - Göttingen - Heidelberg: Springer 1951. XXII, 229 S. u. zahlreiche Abb. im Text. Geb. DM 15.—.

Wenn heute, d.h. 36 Jahre nach dem Tode von PAUL EHRLICH (1854—1915), die langjährige Sekretärin des bedeutsamen Forschers, es unternommen hat, vor allem auf Grund ihrer eigenen Erfahrungen, eine Biographie ihres Chefs zu schreiben, so hat dies zweifellos seine große Berechtigung. Gerade die chemotherapeutischen Forschungsergebnisse etwa der letzten 20 Jahre, speziell die Entdeckung der Sulfonamide und der Antibiotika, haben eindeutig die Richtigkeit und Allgemeingültigkeit der von P. EHRLICH entwickelten Gesichtspunkte für die Auffindung wirksamer Heilmittel zur Behandlung infektiöser Erkrankungen erkennen lassen. Auch die zur Erklärung der Immunitätsvorgänge vor etwa 50 Jahren von P. EHRLICH aufgestellte Seitenkettentheorie ist heute trotz aller Fortschritte auf biochemischem Gebiet noch nicht übertroffen. Es dürfte daher für jeden, der sich mit den modernen theoretischen und prophylaktischen Methoden befaßt, von besonderem Interesse sein, etwas Näheres über ihre Entdeckung und ihren Entdecker zu erfahren. Das mit einer Einleitung von Sir HENRY DALE, einem früheren Mitarbeiter von P. EHRLICH, versehene und mit interessanten Abbildungen reich ausgestattete Buch gibt einen guten Überblick über das Leben und den Entwicklungsgang des in Strehlen (Oberschlesien) geborenen Forschers, wobei insbesondere die Arbeiten auf dem Gebiet der Immunitätsforschung und der Chemotherapie, in erster Linie die Auffindung des Salvarsans eingehend behandelt werden.

H. SCHLOSSBERGER (Frankfurt a. M.).

Eingegangen am 19. April 1952.

Berichtigung

zu den Kurzen Originalmitteilungen „Die asymbiontische Stickstoffbindung durch Rhizobium Leguminosarum", von W. HEUMANN [Naturwiss. **39**, 239, 287 (1952)]: Die Stickstoffgewinne wurden irrtümlich um eine Dezimale zu hoch angegeben. Sie betrugen auf Blutnährboden (1. Mitteilung) für den Stamm B_3 0,055‰ (≈ 1,1 mg), für H_6 0,035‰ (≈ 0,7 mg), auf Nährboden mit defibriniertem Blut für H_6 0,09‰ (≈ 1,9 mg) auf 20 cm³ Nährboden. — Auf Kataysatornährböden (2. Mitteilung) betrugen die Stickstoffwerte für den Stamm H_{43} 0,03‰ (≈ 0,6 mg), 0,11‰ (≈ 2,2 mg) und 0,07‰ (≈ 1,4 mg), für H_6 0,07‰ (≈ 1,4 mg) auf 20 cm³ Nährboden.

Verantwortlich für den Textteil: Prof. Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg.
Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG. Würzburg.

Das Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie in Berlin-Dahlem, Faradayweg 4—6, kommt zum 1. Juli 1953 an die Max-Planck-Gesellschaft und führt dann den Namen

„Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft"

Die Physik der Hochpolymeren

Herausgegeben von Professor Dr. **H. A. Stuart,** früher Direktor des Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule Dresden, z. Z. Gastprofessor an der Universität Mainz. In vier Bänden.

Soeben erscheint:

Zweiter Band: **Das Makromolekül in Lösungen**

Bearbeitet von **H. Buchholz-Meisenheimer, R. M. Fuoss, J. Hengstenberg, W. Jost, J. Juilfs, G. Kortüm, O. Kratky, A. Münster, A. Peterlin, G. Porod, G. Schramm, G. V. Schulz, U. P. Strauss, H. A. Stuart.** Mit 323 Textabbildungen. XX, 782 Seiten. 1953. Ganzleinen DM 89.60

Inhaltsübersicht: I. Teil: **Allgemeine Eigenschaften von Lösungen mit Makromolekülen. Thermodynamische Betrachtungen.** Von G. Kortüm, Tübingen, und H. Buchholz-Meisenheimer, Heidelberg. — **Statistische Thermodynamik hochmolekularer Lösungen.** Von A. Münster, Frankfurt a. M. — **Löslichkeit und Quellung.** Von A. Münster, Frankfurt a. M. — **Kinetische und Transporterscheinungen.** Von W. Jost, Darmstadt. — **Viscosität.** Von A. Peterlin, Ljubljana. — **Lichtzerstreuung in Mischungen und Lösungen von Makromolekülen. Einfachstreuung und Mehrfachstreuung.** Von A. Peterlin, Ljubljana. — II. Teil: **Besondere Methoden zur Bestimmung der Konstitution von Makromolekülen und Kolloidteilchen in Lösungen und Suspensionen. Einleitung.** Von H. A. Stuart, Mainz. — **Osmotischer Druck.** Von G. V. Schulz, Mainz. — **Sedimentation und Diffusion von Makromolekülen.** Von J. Hengstenberg, Ludwigshafen a. Rh. — **Lichtzerstreuung an Lösungen mit Kornmolekülen und Kolloidteilchen.** Von H. A. Stuart, Mainz. — **Röntgenkleinwinkelstreuung von makromolekularen Lösungen.** Von O. Kratky, Graz, und G. Porod, Graz. — **Viscosität und Form.** Von A. Peterlin, Ljubljana. — **Künstliche Doppelbrechung.** Von A. Peterlin, Ljubljana, und H. A. Stuart, Mainz. — **Dielektrische Dispersion und Relaxation bei Lösungen mit Makromolekülen.** Von H. A. Stuart, Mainz, und J. Juilfs, Krefeld. — **Über die Form und innere Beweglichkeit von Fadenmolekülen in Lösung.** Von H. A. Stuart, Mainz. — **Polyelectrolytes.** By Ulrich P. Strauss, New Brunswick, and Raymond M. Fuoss, New Haven/Conn. — **Größe und Form von Proteinmolekülen.** Von G. Schramm, Tübingen. — **Bestimmung der Molekulargewichtsverteilung durch Zerlegung in Fraktionen.** Von G. V. Schulz, Mainz. — Namen- und Sachverzeichnis.

Vorwort des Herausgebers: Band II der „Physik der Hochpolymeren" mit dem Titel „Das Makromolekül in Lösungen" ist in zwei Teile gegliedert. Der erste behandelt die allgemeinen Eigenschaften von Lösungen mit Makromolekülen. Diese beruhen auf der Wechselwirkung zwischen den einzelnen Komponenten und können bekanntlich mit der Konstitution der beteiligten Moleküle, der Konzentration und der Temperatur in außerordentlich mannigfacher und breiter Weise variieren. Will man diese Vielfalt von Eigenschaften z. B. bei Spinnlösungen, weichgemachten Kunststoffen, Lacken usw. auch nur einigermaßen verstehen und überblicken, so muß man erst einmal die allgemeinen Zusammenhänge herausarbeiten, was zunächst ein näheres Studium der Eigenschaften verdünnter Lösungen voraussetzt. Das ist die praktische Bedeutung von allgemeinen Untersuchungen des gelösten Zustandes. Eine weitere, mehr wissenschaftliche liegt darin, daß man die Grundeigenschaften der Makromoleküle selbst meist nur im gelösten Zustand untersuchen kann.
Es ist vergeblich, tiefer in die Eigenschaften von hochpolymeren Mischsystemen eindringen zu wollen, wenn man nicht die Möglichkeiten der Thermodynamik optimal ausnutzt und deren Ergebnisse gleichzeitig molekular zu interpretieren versucht. Um das Verständnis der einzelnen Kapitel zu erleichtern, wurde eine Betrachtung der Gibbsschen Thermodynamik vorangestellt, unter besonderer Berücksichtigung der in diesem und den folgenden Bänden behandelten Probleme der Löslichkeit, Phasenumwandlungen, Mischungseffekte und Grenzflächenerscheinungen. Ein weiteres Kapitel ist der statistischen Thermodynamik hochmolekularer Lösungen gewidmet. Ferner werden im ersten Teil die kinetischen und Transporterscheinungen, sowie die allgemeinen Gesetze der Viskosität und der Lichtzerstreuung in Mehrkomponentensystemen behandelt.
Der zweite Teil ist denjenigen Methoden gewidmet, die besonders zur Bestimmung der Konstitution von Makromolekülen entwickelt worden sind, wobei die Methoden für Faden- und Kornmoleküle möglichst auseinandergehalten werden. Da die für Kornmoleküle brauchbaren Methoden auf der Kontinuumstheorie beruhen, lassen sie sich auch auf Kolloidteilchen in Lösungen sowie auf korpuskulare Proteine übertragen.
Im Hinblick auf ihre steigende Bedeutung wurde den Polyelektrolyten ein eigenes Kapitel gewidmet. Ebenso erschien es wichtig, in einem besonderen Kapitel die charakteristischen Merkmale von Proteinen zu behandeln.

Früher erschien:

Erster Band: **Die Struktur des freien Moleküls**

Allgemeine physikalische Methoden zur Bestimmung der Struktur von Molekülen und ihre wichtigsten Ergebnisse. Von **H. A. Stuart,** früher Direktor des Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule Dresden, z. Z. Gastprofessor an der Universität Mainz. Mit 189 Abbildungen. XXI, 609 Seiten. 1952.
Ganzleinen DM 69.—

In Vorbereitung:

Dritter Band: **Ordnungszustände und Umwandlungserscheinungen in festen hochpolymeren Stoffen**

Von **W. Brenschede, E. Jenckel, W. Kast, O. Kratky, A. Münster, A. Smekal, H. A. Stuart, E. Treiber, F. Würstlin.**

Vierter Band: **Theorie und molekulare Deutung technologischer Eigenschaften hochpolymerer Werkstoffe**

(Molekulare Konstitution und Eigenschaften hochpolymerer Körper.)

Von **J. D. Ferry, E. Jenckel, W. Kast, H. Mark, W. Meskat, F. Schwarzl, A. Smekal, A. J. Staverman, R. S. Stein, H. A. Stuart, L. R. G. Treloar, A. K. van der Vegt, F. Würstlin.**

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Künstliche radioaktive Isotope in Physiologie, Diagnostik und Therapie

Mit 294 Abbildungen. XVI, 842 Seiten. 1953. Ganzleinen DM 136.—

Inhaltsübersicht:

I. Teil: Allgemeine, physikalische, chemische und biologische Grundlagen

Nachweis radioaktiver Isotope. Von K. Schmeiser, Institut für Physik im Max Planck-Institut für medizinische Forschung, Heidelberg. — Autoradiographie. Von K. Schmeiser, Institut für Physik im Max Planck-Institut für medizinische Forschung, Heidelberg. — Aufarbeitung biologischer Gewebe und Flüssigkeiten zum Zwecke des Nachweises radioaktiver Isotope. Von K. Starke, Department of Chemistry, University of British Columbia, Vancouver B. C. (Canada). — Allgemeine und chemische Grundlagen für das Arbeiten mit radioaktiven Isotopen. Von M. Ebert, Radiotherapeutic Research Unit, Hammersmith Hospital, London. — Laboratoriumseinrichtungen, Arbeitsmethoden, Strahlenschutzmaßnahmen. Von O. Hug und H. Muth, Max Planck-Institut für Biophysik, Frankfurt a. M. — The Biological Effects of Radiation. By L. F. Lamerton, The Royal Cancer Hospital, London. — Toleranzdosen. Von G. Schubert und G. Höhne, Frauenklinik der Universität Hamburg.

II. Teil: Radioisotope für Spurenuntersuchungen in Physiologie, Pharmakologie und Diagnostik

Die Erforschung des Stoffwechsels unter Verwendung von Substanzen mit isotopem Kohlenstoff und Stickstoff. Von K. Lang, Physiologisch-Chemisches Institut der Universität Mainz. — Phosphorus. By J. D. Abbatt, Radiotherapeutic Research Unit, Hammersmith Hospital, London. — Schwefel. Von Th. Bersin, Forschungslaboratorium der Hausmann A.G., St. Gallen. — Natrium und Kalium. Von W. Hunzinger, Medizinische Klinik der Universität Basel, und P. G. Waser, Pharmakologisches Institut der Universität Zürich. — Calcium und Strontium. Von H. D. Cremer, Physiologisch-Chemisches Institut der Universität Mainz, und W. Herr, Max Planck-Institut für Chemie, Mainz. — Jod. Von H. W. Bansi, Allgemeines Krankenhaus St. Georg, Hamburg. — Chlor. Brom. Fluor. Von H. P. Wolff, Medizinische Poliklinik der Universität Marburg. — Eisenstoffwechsel. Von A. Vannotti, Clinique Médicale Universitaire, Hôpital Cantonal, Lausanne. — Kobalt. Von H. Schwiegk und N. Lang, Medizinische Poliklinik der Universität Marburg. — Kupfer. Silber. Gold. Beryllium. Zink. Quecksilber. Gallium. Yttrium. Hafnium. Selen. Tellur. Blei. Arsen. Antimon. Molybdän. Mangan. Von H. P. Wolff, Medizinische Poliklinik der Universität Marburg. — Kreislaufdiagnostik mit Hilfe radioaktiver Isotope. Von P. G. Waser, Pharmakologisches Institut der Universität Zürich. — Tumordiagnostik. Von J. H. Müller, Strahlenabteilung der Frauenklinik der Universität Zürich. — Applications of Radioactive Tracer Substances in Pharmacology. By F. E. Kelsey, R. W. Manthei and E. M. K. Geiling, Department of Pharmacology, The University of Chicago. — Radioaktive Isotope in der Endokrinologie. Von H. Schwiegk und N. Lang, Medizinische Poliklinik der Universität Marburg.

III. Teil: Therapie mit radioaktiven Isotopen

Die lokalisierte Applikation künstlich radioaktiver Isotope. Von J. Becker und K. E. Scheer, Czerny-Krankenhaus für Strahlenbehandlung der Universität Heidelberg. — Blutkrankheiten. Von L. Heilmeyer und F. Odenthal, Medizinische Klinik der Universität Freiburg i. Br. — Interne Tumortherapie mit künstlich radioaktiven Isotopen. (Exklusive Blutkrankheiten und Schilddrüse). Von J. H. Müller, Strahlenabteilung der Frauenklinik der Universität Zürich. — Schilddrüsencarcinom und Radiojod. Von F. Linder, Chirurgische Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin, und F. Ruf, Chirurgische Klinik der Universität Freiburg i. Br. — Die Behandlung der Hyperthyreosen mit Radiojod. Von H. Oeser, H. Billion und H. G. Mehl, Strahleninstitut der Freien Universität Berlin.

Redigiert von H. Schwiegk-Marburg a. d. Lahn.

Sachverzeichnis. — Jeder Beitrag enthält ein Literaturverzeichnis.

Angewandte Radioaktivität

Von **K. F. Zimen**, Vorstand des Instituts für Kernchemie, Chalmers Technische Hochschule, Göteborg (Schweden). Mit einer Einführung von Professor Dr. Otto Hahn, Göttingen. Mit 45 Textabbildungen und 1 Tafel. VIII, 124 Seiten. 1952. Ganzleinen DM 18.80

Inhaltsübersicht: Einleitung. Die Ausnutzung der Atomenergie. — **Grundlagen:** Einige grundlegende Begriffe und Kerneigenschaften. Natürliche und künstliche Radioaktivität. Energetik radioaktiver Umwandlungen. Geschwindigkeit von Kernumwandlungen. Alpha-Strahler. Beta-Strahler. Gamma-Strahlung. Einheiten für Radioaktivität. Kernreaktionen. — **Anwendungen:** Die Isotopenmethoden. Radioisotope in der Biologie und Medizin, in der Chemie und Physik, in der Technik und Industrie. —**Tabellen zur Isotopentechnik:** Mathematische Tabellen. Leitisotoptabellen. Tabellen zum Strahlenschutz. — Literaturhinweise. Literaturzitate. — Namen- und Sachverzeichnis.

Aus den Besprechungen: ... This book is an attractively-produced volume discussing some of the applications of radioactivity ... the book is useful for research workers in e.g. the biological sciences who require a clear exposition of the physical basis of radioactivity and a source of speedy reference for isotope data ...
„Berichte über die gesamte Biologie, Abt. B: Physiologie"

... Zu diesem Buch hat Prof. Dr. Otto Hahn eine Einführung geschrieben. Im ersten Teil des Buches werden die grundlegenden Tatsachen der Radioaktivität und der Kernreaktionen behandelt. Der zweite Teil bringt die Darstellung der prinzipiellen Möglichkeiten für die Anwendung der radioaktiven Atomarten als Strahlenquellen und als Leitisotope. Es enthält eine umfassende Literaturübersicht und viele praktische Tabellen, die für die experimentelle Arbeit mit radioaktiven Stoffen nützlich sind ... „Chimia"

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Diesem Heft liegt ein Prospekt des Springer-Verlages, Berlin · Göttingen · Heidelberg, bei.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.